Ref. 170
Bookshelf-
Mangroves

LOS SISTEMAS DE MANGLES DE PUERTO RICO

PROGRAMA DE LA ZONA COSTANERA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO

LOS SISTEMAS DE MANGLES DE PUERTO RICO

Programa de la Zona Costanera
Departamento de Recursos Naturales

Enero, 1978

La presente publicación sobre los sistemas de mangles de Puerto Rico es parte de una serie de publicaciones sobre la zona costanera de nuestra isla preparadas por el Departamento de Recursos Naturales. El esfuerzo por conocer mejor la situación de este importante recurso natural en esta vital franja de terreno nos ha permitido en el pasado, nos permite en el presente y nos permitirá en el futuro formular cursos de acción para la sabia conservación y utilización de este preciado recurso.

Fred V. Soltero Harrington, Ph.D.
Secretario

Financial assistance provided in part by Coastal Zone Management Act of 1972, as amended, administered by Office of Coastal Zone Management, National Oceanic and Atmospheric Administration.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Capítulo I	
A. Recuento Histórico	1
B. Situación Actual de los Manglares	14
C. Ecología General de los Manglares	20
D. Amenazas al Sistema	29
Capítulo II	
A. Algunos Principios de Manejo	31
B. Clasificación de los Manglares	36
Capítulo III	
A. Revisión de la Literatura	65
B. Descripción de las Regiones Costaneras	69
Apéndices	A-1
Lista de Figuras	F-1
Lista de Tablas	T-1
Bibliografía	B-1
Reconocimiento	

CAPITULO I

A. RECUENTO HISTORICO

El conocimiento del hombre europeo sobre los manglares para la época del descubrimiento de América era escaso. En parte, esto se debía a la distribución de los manglares los cuales se encuentran principalmente entre las latitudes 25°N y 25°S en costas tropicales y subtropicales (Fig. 1). Las regiones descubiertas por los primeros viajes de los navegantes y colonizadores europeos eran todas abundantes en manglares y cubrían gran parte de las costas de las Antillas Mayores y Menores, el norte de Sur América, el sur de Norte América, Centro América y el Golfo de Mexico. Puerto Rico no era la excepción y contaba con manglares en abundancia.

Lo que para nuestros indios era un paisaje común y frecuente, llenaba de asombro a los recién llegados españoles. Comentaba Fernández Oviedo y Valdés hace 125 años: "Mangle es un árbol de los mejores que en estas partes hay y es común en estas islas y tierra firme...Estos árboles se crían en las ciénagas y en las coastas de la mar y de los rios y aguas saladas y en los esteros o arroyos que salen a la mar y cerca de ella. Son muy extraños y admirables árboles a la vista porque de la forma suya no se saben otros que les parezcan en lo que aquí se dirá. Su hoja es algo mayor que la de

perales grandes pero más gruesa y algo más prolongada; hácense innumerables juntos y muchas de las ramas se tornan a convertir en raíces. Porque no obstante que tienen muchas para arriba con sus hojas y que no declinan para abajo y están altas y distintas unas de otras (como todos los árboles están) de esas mismas ramas proceden otras muchas gruesas y delgadas y sin hojas, que derechamente declinan y van al agua, pendientes desde lo alto o mitad del árbol y bajan hasta la tierra penetrando el agua y llegadas al suelo se encepan en la tierra o arena y tornan a prender y echar otras ramas y están tan fijas como el mismo pie principal del árbol; de forma que parece (y es así) que tienen muchos pies y todos asidos unos de otros. Y en la verdad, es cosa mucho de ver estos árboles así por ser nueva y apartada su forma y aspecto de todos los otros árboles, porque cada cual de ellos tiene casi tantos pies como ramas. Echan por fruto unas vainas de dos palmos, y más largas, y tamaño como los cañutos de la cañafístola; y aquellos son de color leonado y dentro de ellos hay una médula y manera de cogollo (o tuétano) que los indios comen cuando no hallan otro manjar (porque este es muy amargo) y dicen ellos que es sano. A mi, hacerme muy enfermo... En fin, es bestial manjar y para gente salvaje..."(130; Fig.2).

Para los habitantes de Borinquen una de las principales fuentes de alimento era la pesca y como parte de su dieta ingerían varias especies de peces, moluscos, crustáceos, tortugas marinas e incluso mamíferos acuáticos. Podríamos, pues, especular que los Aruacos conocían bien los manglares y utilizaban sus productos naturales. De los concheros conocidos hoy día localizados en la costa, muchos de ellos se encuentran en las cercanías de manglares o aún dentro de éstos lo cual sugiere un buen conocimiento y dependencia de este sistema. Unos de los principales moluscos en la dieta de nuestros indios eran las ostras y ostiones que crecen pegados a las raíces del mangle rojo(Fig.3). La pesca en los manglares y sus cercanías es naturalmente abundante ya que éstos constituyen verdaderos criaderos para una gran cantidad de peces, crustáceos y moluscos y además frecuentaban este ambiente el manatí y las tortugas, para aquella época abundantes. La jutía y el agoutí, pequeños mamíferos ya desaparecidos eran cazados con frecuencia en los manglares como imaginamos también lo eran muchos pájaros. Los indios también ingerían ocasionalmente la plántula del mangle colorado, costumbre que aún hoy encontramos esporádicamente entre los pescadores quienes sostienen que les ayuda a controlar la sed. Suponemos finalmente que los indios utilizaban

algunas de las especies de mangle para leña o carbón y tal vez conocían otros usos del manglar que hoy ignoramos. En resumen, los aborígenes borincanos aprovechaban al máximo la alta productividad de los manglares y otros sistemas naturales costaneros.

Como para los españoles y otros europeos los manglares del Nuevo Mundo eran una novedad, la actitud de los mismos hacia esta comunidad natural fue distinta a la de los habitantes nativos. La cita anterior de Fernández de Oviedo y Valdés ilustra claramente la primera impresión de los españoles hacia los manglares de América: una de asombro, intriga, y admiración ante lo raro único, extraño y bello de estas comunidades. Sin embargo, lo que quizás constituyó la primera experiencia documentada de los europeos con los manglares de Puerto Rico fue una experiencia negativa. Según explica Fray Iñigo Abbad y Lasierra: "para satisfacer la hambre de oro y por su proximidad a las minas la fundación del primer poblado español en la Isla, Caparra, tuvo lugar en la costa norte donde está hoy la ciudad de Puerto Rico, al lado opuesto de la bahía, como a una legua tierra adentro, cerca de la Quebrada Margarita, en terreno muy pantanoso y anegadizo... que lo hacían malsano especialmente para los niños" (1).

Diez años habrían de transcurrir antes de que se trasladase el poblado al Islote de San Juan.

No tardaron los españoles, sin embargo, en aprender sobre las diferentes utilidades de los árboles de mangle. Sobretodo estimaban que es de las mejores maderas que hay acá madera que se utilizaba en la construcción de casas, navíos, estantes, postes para verjas, socos, alfajías, puertas, ventanas y otras cosas menudas. También preparaban carbón y obtenían de la corteza taninos de excelente calidad para el curtido de pieles. Sin embargo, los españoles consideraban el terreno del manglar improductivo por no servir para la construcción o la agricultura, esta última siendo una actividad importante para el colono español. Además ellos creían que estos terrenos criaban mosquitos y albergaban ratas y sabandijas indeseables.

Cuando, en 1815, la Corona Española concedió la Cédula de Gracias ya se había deforestado la Isla, especialmente en las costas, como resultado del corte de árboles para la producción de carbón y leña. La Cédula de Gracias, al abrir los puertos al comercio y propulsar la agricultura y sus cosechas principales de caña y café, agravó el problema de la deforestación "porque para el acrecentamiento de cañaverales, tabacales y cafetales se procedió a la tala más desmedida de árboles que registran

nuestros anales" (15). En 1816 se reglamentó el corte y la extracción de maderas de los montes* y bosques. Sin embargo para 1824 la situación había empeorado lo suficiente como para que el Gobernador Don Miguel de la Torre estableciera medidas concretas tales como que "en cabeceras de los ríos y quebradas bajo ningún pretexto se permitirá hacer ni descubrir el nacimiento de las aguas"(15).

Quince años más tarde (1839) mediante orden real se dispuso la formación de una Junta para la protección de la cría de maderas de construcción, el comercio de cabotaje y la pesça. La Junta que se estableció mencionó específicamente el mangle colorado y el de botoncillo (Figs. 2, 8) como especies cuyo corte de madera para la construcción naval quedaba prohibida (15). Para 1850 ya se comenzaba a pensar en cómo ir aumentando la riqueza y el patrimonio forestal de la Isla y en 1866 se estableció el Servicio de Montes que entre otras cosas habría de inventariar y evaluar el estado de los montes de la Isla. En 1870 Fernández Ledón en su "Inventario de los Montes Públicos de la Isla de Puerto Rico" dijo que "es lo cierto que el dominio del Estado considerado forestalmente disminuye de día en día, de un modo notable, todo debido a la explotación maquinal e irrefrenable por los particulares"(15).

---

*Los manglares eran clasificados bajo montes.

La Ley de Montes de Alfonso XII se aprobó en 1876 y fue descrita como una pieza legal comprensiva que abarcó todos los aspectos de la silvicultura y sus ramas a láteres (15). Un año más tarde se traspasó la administración de los manglares, hasta entonces bajo la administración de la Armada, al Servicio de Inspección de Montes. Al ocurrir la transferencia los manglares pasaron a ser bosques públicos. Pero "como la humanidad dependía de la leña para procurarse lumbre" y "en Puerto Rico se gastaba mucho carbón y se consumían enormes cantidades de leña para alimentar los hornos de los ingenios de azúcar, la destrucción de los bosques públicos continuó" (15).

Era frecuente que el Gobierno subastara el arriendo del producto de los manglares (no de los terrenos propiamente) permitiéndole a particulares el explotar las maderas y cortezas de los mismos. Para esta explotación existían condiciones muy específicas obviamente dirigidas a proteger el manglar y los recursos que de él se obtenían.

En algunas ocasiones terrenos del Gobierno (incluyendo manglares) eran declarados enajenables cuando no se consideraba necesaria su conservación en el poder del Estado. En estos casos podían ser adquiridos por particulares y se esperaba o recomendaba la desecación de dichos terrenos para destinarlos al cultivo agrícola.

En 1886 se promulgó la Ley de Puerto para la Isla de Puerto Rico que establecía la zona marítimo-terrestre como una de dominio público y en la cual se encontraban la gran mayoría (si no la totalidad) de los manglares de la Isla. Ya la Ley de Aguas de 1866 protegía la vegetación a lo largo de las orillas, nacimientos y desembocaduras de los ríos y quebradas. Ambas leyes continuarían válidas aún después del cambio de soberanía al firmarse el Tratado de París en 1898 poniéndole fin a la Guerra Hispanoamericana.

Durante las primeras décadas del siglo actual se desarrolló aún más la industria azucarera y aumentó la desecación de las regiones pantanosas de nuestras costas adyacentes a los grandes valles costeros. En 1918, el Gobernador Arthur Yager, mediante proclama, nombró a "todos los manglares en la costa de la Isla de Puerto Rico y sus islas adyacentes perteneciendo al Pueblo de Puerto Rico". Obedeció esta proclama a que el carbón y la leña podían ser clasificados como artículos de primera necesidad; a que el alto costo del carbón y la dificultad de importarlo aumentaban diariamente debido a su escasez; a que las circuntancias presentes (Primera Guerra Mundial) requieren el máximo cuidado en la explotación y el consumo de los recursos naturales de la Isla: "a que tanto los manglares como los bosques insulares <u>han sido siempre explotados</u>

descuidadamente sin preocupaciones por su preservación o reforestación* y a que la consecuencia de tales prácticas será el agotamiento de una importante fuente de riqueza que en estos momentos es sumamente necesario preservar" (Ver Apéndice 1).

Esta proclama incluía aproximadamente 14,900 cuerdas de las 20,600 cuerdas de manglar que existían en Puerto Rico a esa fecha. Así alrededor de un 72% de los manglares de la Isla se constituyeron en propiedad pública y parte de nuestros bosques insulares. Pero en 1927, apenas nueve años después, ocurrió un virazón en nuestra política pública hacia los manglares al aprobarse la Resolución Conjunta Núm. 7 de la Legislatura "autorizando al Comisionado del Interior a vender manglares de el Pueblo de Puerto Rico, a condición de que sean desecados y para desecarlos y después de desecados venderlos o arrendarlos; ordenando a dicho funcionario que celebre transacciones con los poseedores de manglares en ciertos casos, y facultándole para celebrar contratos para la desecación de manglares particulares, declarando de utilidad pública a los efectos de la expropiación forzosa la desecación de manglares en las zonas palúdicas;

---

* El trabajo de Bagué (1962) ilustra particularmente bien que esta aseveración no es cierta sobretodo respecto a los bosques insulares o estatales. Desde temprano en nuestra historia hubo una preocupación por la preservación de nuestros recursos forestales existiendo reglamentos para el corte de árboles, programas de siembra de árboles para el embellecimiento e incluso disponiéndose a principios del Siglo XIX que por cada árbol cortado se sembraran tres.

autorizando a la Comisión de Servicio Público en ciertos casos para eximir de toda contribución los manglares que se desequen; disponiendo la creación de un fondo especial denominado "Fondo de Desecación y Venta de Manglares" y para otros fines... Por cuanto: el Pueblo de Puerto Rico es dueño de varios terrenos cubiertos de mangles situados en distintas partes de la Isla; Por cuanto: la existencia de dichos manglares son altamente perjudiciales a la salud, por ser criaderos de mosquitos y consecuentemente focos de malaria y otras enfermedades; Por cuanto: dichos terrenos son además improductivos..." (Ver Apéndice 2).

Los "por cuanto" que justifican la resolución para la desecación de los manglares ilustran la opinión y la actitud que prevalecía acerca de esta comunidad natural para los años 1930. Lo que para los antiguos habitantes de la Isla constituía un sistema natural altamente provechoso para los habitantes modernos se convirtió en una fuente de enfermedades y de terrenos no productivos ya que incluso su valor como fuente de energía había disminuído con el auge de la electrificación. Esta última visión del manglar prevaleció por muchos años y aún hoy hay quienes sostienen que los manglares sólo son terrenos pantanosos improductivos, malolientes e infestados de mosquitos. Gradualmente en

los últimos cuarenta años el área de manglares en Puerto Rico disminuyó principalmente a causa de talados y rellenos en los bosques de dominio privado. La protección y el manejo de los manglares de nuestros Bosques Estatales por el Departamento de Agricultura contrastaba esta situación. En más de una ocasión la protección contra los violadores de la ley significó esfuerzos valerosos en los que los guardabosques llevaban, necesitaban y utilizaban armas. El record de este período, probablemente grabado en los archivos del Departamento de Agricultura, puede haber sido tan efectivo en la conservación de nuestros manglares como lo son los sistemas altamente sofisticados pero impersonales de hoy día. Sin embargo, ya a mediados de la década del 1960, el ritmo de destrucción de manglares era tan acelerado que se dió la voz de alarma porque de continuar ese ritmo se podría esperar la virtual desaparición de los manglares de Puerto Rico dentro de algunos años (88).

Ante la voz de alarma manifestada a través de varios científicos, naturalistas y grupos interesados en nuestro ambiente, el Gobierno tomó medidas encaminadas a la protección de nuestras áreas y recursos naturales. En 1968 se estableció el Area de Recursos Naturales dentro del Departamento de Obras Públicas que luego se convirtió en el actual Departamento de Recursos Naturales según la Ley 23 de 1972 con la encomienda general de velar, proteger

y defender nuestros recursos naturales. En 1970 se aprobó la Ley 9 para"establecer una política pública que estimule una deseable y conveniente armonía entre el hombre y su medio ambiente; fomentar los esfuerzos que impedirían o eliminarían daños al ambiente y la biosfera y estimular la salud y el bienestar del hombre; enriquecer la comprensión de los sistemas ecológicos y fuentes naturales importantes para Puerto Rico; y establecer una Junta de Calidad Ambiental." Desde su establecimiento tanto la Junta de Calidad Ambiental (JCA) como el Departamento de Recursos Naturales (DRN) han mostrado su preocupación por los manglares de la Isla y han desarrollado políticas encaminadas a proteger este recurso. La labor principal del Departamento de Recursos Naturales ha sido como custodio de nuestra zona marítimo-terrestre, nuestros bosques, suelos, caza, pesca y biota. Consciente del valor y la importancia de estos sistemas, el DRN desarrolló una política agresiva y conservadora respecto a los usos de los bosques de mangles. Para sustentar esa política el Departamento inició programas de investigación y estudios comparativos entre diferentes manglares y sus aguas adyacentes. Los manglares estudiados incluyen los de Ceiba en terrenos de la Base Naval de Roosevelt Roads y los de Torrecilla-Piñones en Carolina y Loíza. Para estos últimos (el sistema de mangles más extenso de la Isla) se comenzó

la confección de un plan maestro debido a las presiones y demandas para usos incompatibles con su sobrevivencia que sobre él existen. Además, como administrador de nuestros bosques estatales, el DRN administra cuatro bosques cuya vegetación es predominantemente mangle: los Bosques Estatales de Piñones (1,560 cuerdas), de Ceiba (363 cuerdas), de Aguirre (2,464 cuerdas) y de Boquerón (2,040 cuerdas). La gestión principal de la Junta de Calidad Ambiental ha sido la creación de la Resolución sobre los manglares de Puerto Rico de octubre de 1974 (Ver Apéndice 3). Se destaca en esta resolución la importancia del manglar para nuestra sociedad y se recomienda el traspaso al DRN de todos aquellos terrenos gubernamentales que tengan regiones de mangle para su conservación y preservación.

B. SITUACION ACTUAL DE LOS MANGLARES

Estimados hechos en base al análisis de suelos indican que la extensión original de manglares en Puerto Rico era por lo menos 30,000 cuerdas. Durante la dominación española se utilizaron intensivamente los productos de los manglares y se implementaron prácticas de desecación resultando en una reducción significativa del cuerdaje total de mangles de la Isla. La pérdida no ha podido ser precisada sin embargo por carecer de estimados totales para fines del Siglo XIX. No obstante, la deforestación de manglares debe haber estado concentrada en el último siglo de dominación española a consecuencia de la intensificación del uso humano.

El primer estimado del cuerdaje total de manglares durante el presente siglo fue hecho con motivo de la proclama de Yager en 1918. Para esta fecha contábamos con una 20,600 cuerdas de mangles. La Tabla #1 nos muestra cómo ha variado este total a través del siglo.

En 1938, a pesar de la proclama de Yager (Ver Apéndice 1) el cuerdaje de mangles se había reducido por 4,000 cuerdas. Creemos que esta reducción fue causada directamente por dos factores: la Resolución Conjunta No. 7 de la Legislatura en 1927 estableciendo una política de desecación de manglares (Ver Apéndice 2) y a los huracanes de San Felipe en 1928, San Nicolás en 1931 y San Ciprián en 1932 (para el 1938 todavía los manglares no

habrían tenido tiempo de recuperarse de los efectos de estos huracanes).

Entre 1938 y 1959 aumentó el cuerdaje total por 2,000 cuerdas habiendo en el 1959 un total de 18,500 cuerdas. Se desconocen las razones específicas que expliquen este aumento. Sin embargo, puede especularse en torno a una serie de posibles factores causales: la ausencia de huracanes de gran intensidad; la expansión de la electrificación ocurrida especialmente a partir de 1936; la situación general de la Isla luego de la depresión de los años treinta y, más tarde, la recesión de la década de 1950 a 1960; la relativamente poca construcción llevada a cabo en Puerto Rico hasta 1955; los conflictos bélicos de la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea (que aseguraban la protección de los manglares por constituir éstos una fuente de energía (carbón) de emergencia); y la emigración masiva de más de medio millón de habitantes entre 1950 y 1960.

Durante estos años comienza la transición de nuestra economía agrícola a una predominantemente industrial. La industrialización a pesar de estar inicialmente orientada hacia la industria liviana ya había establecido el primer complejo petroquímico para fines de la década. El desarrollo industrial pesado, principalmente las industrias petroquímicas y farmaceúticas, ha sido promovido activamente desde entonces. Para 1968 el balance de

cuerdas de mangles arrojaba un saldo de 17,000 cuerdas, o sea, 1,500 cuerdas menos que en 1959. Esta reducción ocurrió básicamente como consecuencia del talado y relleno indiscriminado de manglares que tomó lugar durante estos años y sobretodo a partir de 1965 para satisfacer la demanda de uso de terreno para fines industriales y urbanos.

En 1970 se inventariaron nuevamente los manglares y se encontró un total de 17,000 cuerdas. En este mismo año se llamaba la atención al hecho de que entre mediados de la década del 1960 y 1970 la destrucción de manglares había aumentado grandemente y que de continuar la tasa de destrucción de manglares al ritmo del susodicho decenio se podría esperar la virtual desaparición de este sistema natural en los próximos años.

Dos años más tarde en 1972 se registró un aumento en el cuerdaje total arrojando un nuevo balance de 18,000 cuerdas. El establecimiento del área de Recursos Naturales (hoy el Departamento de Recursos Naturales) y la Junta de Calidad Ambiental podrían bien ser factores importantes en causar este aumento. Sin embargo, durante esos mismos años y recientemente se registró una gran demanda por terrenos costeros para proyectos urbanos e industriales. En 1972 precisamente teniamos un total de 64 proyectos costaneros aprobados o bajo consideración por la Junta de Planificación de Puerto Rico (Figura 4)

para un total de 10,072 cuerdas. Entre 1972 y 1974 esta demanda continuó creciendo. En 1974, basándose en un inventario realizado mediante fotointerpretación de fotografías aéreas infrarrojas tomadas en aviones de alto vuelo (60,000 pies) y en visitas al campo tanto por tierra como por aire, encontramos que existían en la Isla tan sólo unas 16,500 cuerdas de mangle. Representa esto una reducción de unas 1,500 cuerdas en dos años. Es decir, en 1974 cuando existen políticas públicas para la conservación de manglares, el cuerdaje total de manglares en la Isla es más o menos igual que el de 1938 cuando existía una política pública de desecación de manglares.

Las 16,500 cuerdas existentes en 1974 se distribuyen principalmente en tres grandes núcleos que se encuentran en el noreste, el sur-central y el suroeste de la Isla. Sobre estos núcleos existen actualmente grandes presiones de desarrollo: en el noreste para desarrollo turístico, recreativo y urbano, en el sur-central para desarrollo petroquímico y termoeléctrico y en el suroeste para desarrollo petroquímico y turístico. Estos planes de desarrollo podrían significar la pérdida irreversible de más del 50% de los manglares que quedan en la Isla de Puerto Rico.

El corte y relleno, las alteraciones a los patrones naturales de drenaje y escorrentía, la contaminación causada por las descargas de efluentes sanitarios e

industriales y la utilización de los manglares como vertederos de desperdicios sólidos constituyen hoy las principales amenazas a nuestros manglares.

La importancia de los manglares no puede subestimarse. En el informe del Comité de Costas y Vida Marina a la Comisión Especial de la Cámara de Representantes para investigar la Conservación de los Recursos y Bellezas Naturales de Puerto Rico en 1966 se señalaba el error del Gobierno en considerar a los manglares "terrenos baldíos" y los planes de varias agencias gubernamentales para su destrucción. Tal parece, dicen, que se desconocen por completo las funciones biológicas, geológicas y económicas que los manglares pueden llevar a cabo. Ya en este informe se identificaron concretamente las causas principales de la destrucción de nuestros manglares siendo éstas: (1) la contaminación del medio ambiente por substancias nocivas; y (2) el corte indiscriminado y sin planificación. Las recomendaciones principales incluían la designación de parque nacional y la preservación intacta de algunos extensos regímenes de mangles y la prohibición de la destrucción de los manglares en todos los cayos y pequeñas islas alrededor de Puerto Rico. En 1970-71, cuatro años después de este informe se publica el informe de Heatwole que reafirma las causas de la destrucción de manglares y concuerda básicamente con las

C. ECOLOGIA GENERAL DE LOS MANGLARES

Un manglar, como dijéramos anteriormente, es una comunidad costera característica de climas tropicales y subtropicales. Los manglares dominan gran parte de las costas del mundo entre las latitudes 25°N y 25°S. Allí forman parte principalmente de la zona estuarina que es el lugar donde el mar se mezcla con el agua de los ríos. El manglar es un ecosistema abierto que importa y exporta productos de/y a otros sistemas en su región. Los manglares se encuentran entre los sistemas de mayor productividad de la zona costanera en donde están los sistemas más productivos del mundo (Ver Figuras 1 y 5).

Esta alta productividad de la zona costanera se debe a que es ahí donde se concentra la materia orgánica e inorgánica que proviene de las escorrentías y las mareas. La productividad de un bosque de Rhizophora (mangle rojo, Figura 2) por ejemplo, compara favorablemente con la de sistemas altamente productivos tales como estuarios, charcas eutróficas, bosques pluviales tropicales y tierras de alta producción agrícola. Para mantener esta productividad se tienen que mantener condiciones ambientales mínimas las cuales podemos identificar y controlar.

La productividad de los manglares está íntimamente asociada a los ciclos de materia que ocurren en el sistema. Los ciclos de materia en los manglares "dependen"

recomendaciones hechas ante la Comisión de la Cámara. Se señalaba principalmente la necesidad de tomar acción inmediata ya que la razón de destrucción había aumentado drásticamente y sobre todo era importante que dos de las áreas más extensas de mangle estaban localizadas en regiones que serían futuros centros de desarrollo: urbano en la región del noroeste e industrial en la del sur-central. En 1972 se establece el Comité de Puerto Rico y el Mar que sometería recomendaciones para un programa de acción sobre asuntos marinos. Una vez más se destaca la importancia de los manglares y se someten recomendaciones específicas para su preservación y conservación. Se señala específicamente que la amenaza más peligrosa a la zona costanera de Puerto Rico es el proceso de desarrollo descontrolado a lo largo de las costas.

Como consecuencia del informe del Comité de Puerto Rico y el Mar se creó un programa conjunto del Departamento de Recursos Naturales y la Junta de Planificación para preparar un plan de manejo de la zona costanera. Este programa está financiado parcialmente por la Oficina de Administración de la Zona Costanera del Departamento de Comercio de los Estados Unidos bajo la Ley de Administración de la Zona Costanera de 1972. Este trabajo es parte de los estudios realizados por el Programa de la Zona Costanera para lograr ese objetivo.

de la magnitud de las importaciones y exportaciones y de los mecanismos biológicos que proveen elementos esenciales para el funcionamiento del manglar. Los ríos, el flujo de aguas sobre la superficie de la tierra, las mareas y la lluvia transportan nutrientes a través del manglar donde los procesos físicos y fisiológicos los remueven de solución atrapándolos en las plantas o sedimentos. Las lluvias diluyen las sales y lavan ciertos elementos de los árboles devolviéndolos al suelo forestal donde los mismos mecanismos actúan para reciclar los elementos. Las plantas fijan estos elementos en forma de compuestos orgánicos que son devueltos a la circulación del bosque a través de la caída de hojas y el pastoreo. La hojarasca constituye una parte substancial de la producción del manglar y una importante fuente de detrito. Los animales representan otro mecanismo para la redistribución de elementos minerales y productos orgánicos dentro y fuera del sistema. El resultado neto del proceso cíclico de los manglares es la importación y exportación de productos no orgánicos y orgánicos de y hacia otros ecosistemas naturales.

Los manglares crecen en varios tipos (clases) de sedimentos pero Rhizophora y Avicennia se encuentran principalmente en lodos calcáreos con suelos orgánicos. Laguncularia y Conocarpus se encuentran en terrenos más

altos con suelos arenosos. Cada especie de mangle tiende, con el transcurso del tiempo a cambiar las características del área donde crece. Así, las nuevas condiciones que se producen pueden resultar mejores o más favorables para otra especie que invade el área y suplanta la especie original. A este patrón de reemplazo de una especie por otra, sea a largo o corto plazo se le llama sucesión.

En general, y bajo condiciones naturales, la sucesión que ocurre en una comunidad se manifiesta mediante la zonación. En los manglares usualmente existe una zonación relativamente bien definida. Esta zonación resulta de las diferencias en la manera de arraigarse, de crecer y de las varias adaptaciones competitivas de las especies de mangle. Comenzando en la costa y adentrándonos en tierra encontramos en primer lugar a Rhizophora mangle (mangle rojo, Figura #2), seguida de Avicennia germinans (mangle negro Figura #6), Laguncularia racemosa (mangle blanco, Figura #7), y finalmente Conocarpus erecta (mangle botón, Figura #8). El mangle blanco y el negro se encuentran frecuentemente entremezclados y sin una demarcación clara entre una zona y otra. No obstante hay estudios que señalan que la zonación en los manglares no tendría necesariamente que representar una secuencia sucesional y que "la zonación" en los manglares podría ser resultado de todas las fuentes externas que actúan en una localidad, o sea como una respuesta al ambiente

físico el cual selecciona a favor de determinadas adaptaciones.

Las especies de mangle tienen adaptaciones que les permiten sobrevivir en ambientes salinos que no son tolerados por otras plantas terrestres. La mayoría de ellas son capaces de tolerar fluctuaciones grandes en la salinidad y se pueden encontrar en regiones de alta o baja salinidad o en regiones de salinidad variable. Rhizophora Avicennia y Laguncularia pueden crecer en medios no salinos. Sin embargo, Rhizophora es más prolífera y su crecimiento inicial es más rápido en aguas con salinidades entre 4 y 50 0/00. Avicennia (el mangle negro) frecuentemente se encuentra en lugares con salinidades entre 50 y 100 0/00 y Laguncularia (el mangle blanco) es capaz de tolerar grandes variaciones en salinidad. La presencia de sales es necesària para el desarrollo o crecimiento óptimo de los mangles y a la vez reduce la competencia de otras especies que carecen de adaptaciones para tolerar el ambiente salino. La ausencia de esta competencia permite el desarrollo del manglar. La salinidad influye tanto en la zonación del manglar como en su extensión tierra adentro ya que la condición salina puede extenderse más allá del alcance normal de las mareas.

Las diferentes especies, los árboles y las plántulas de mangle responden todas de diferentes maneras

a la profundidad del agua y manifiestan además diferentes tolerancias a la misma. En general el arraigamiento de las plántulas no puede ocurrir si el agua es más profunda que su capacidad inicial de crecimiento la cual está determinada por la cantidad de almidón almacenado en la plántula. En aguas profundas las plántulas no pueden alcanzar la superficie antes de agotar sus reservas de almidón. Las plántulas del mangle rojo tienen una mayor capacidad de almacenaje que las del mangle negro o las del blanco.

Los árboles de mangle también son suceptibles a los efectos de la profundidad del agua. En general, los mangles rojos crecen en aguas más profundas que los mangles negros o blancos. Esto se debe a la localización de las estructuras para el intercambio de gases entre las raíces y el aire. En los mangles rojos las lenticelàs en el tallo y las raíces de sostén son responsables de esta función mientras que los neumatóforos lo son en los mangles negros y blancos. Las lenticelas están localizadas a mayor altura que la altura máxima alcanzada por los neumatóforos por lo que pueden aún proveer oxígeno a las raíces cuando el nivel del agua ya ha sobrepasado los neumatóforos impidiendo el intercambio gaseoso. Si cualquiera de estas estructuras es cubierta por agua por un período prolongado de tiempo el árbol no sobrevive.

Los factores reguladores importantes de la productividad del manglar están relacionados con las mareas y con la composición química del agua y se enumeran en la Tabla 2.

La temperatura mínima del aire que toleran los mangles es ~7.2°(190°F).* La temperatura del agua, sin embargo, ejerce una influencia mayor en los sistemas costaneros ya que muchas funciones de los organismos acuáticos son controladas por la temperatura. Los cambios (reducciones o aumentos) de la temperatura en estos sistemas (e.g. manglares, estuarios, etc.) son críticos debido a la concentración de vida que existe en ellos. La descarga de efluentes térmicos pueden ocasionar graves daños al sistema.

Los manglares son sistemas de gran importancia ecológica y económica (Tabla 3). El papel ecológico que juegan es esencial para la zona costanera, para el buen funcionamiento de otros ecosistemas (e.g. estuarios) y para toda la biota asociada a ellos directa o indirectamente. El hombre forma parte de esta biota y de ahí deriva la importancia económica de los manglares.

La importancia ecológica de los manglares se debe principalmente, a los factores que resumimos a continuación:

1. alta productividad - los manglares se encuentran entre los ecosistemas de mayor productividad del mundo;

---

*Esta data corresponde a nuevos estudios realizados por el Dr. Ariel E. Lugo.

2. exportación de materia orgánica - debido a que la productividad del manglar excede su consumo y debido a los flujos periódicos de agua, el manglar exporta a otros sistemas el excedente de materia orgánica que produce;
3. cadena alimenticia marina - los dos factores anteriores son responsables porque los manglares consituyan un eslabón importante en la cadena alimenticia de algunas especies marinas incluyendo especies de gran importancia comercial para el hombre;
4. ciclos de vida - los manglares actúan como criaderos para diferentes especies de organismos sobretodo durante sus etapas juveniles proporcionando, entre otras cosas, la protección necesaria para el desarrollo y crecimiento de los mismos;
5. protección de las costas - los árboles de mangle protegen las costas contra la erosión, las marejadas, tormentas y huracanes;
6. acrecimiento de terreno - los procesos de sedimentación y de producción de materia orgánica tienen como resultado bajo ciertas condiciones de poco oleaje la formación de suelos orgánicos;

7. importancia para la biota terrestre - la biota terrestre de los manglares incluye aves, insectos, anfibios y reptiles muchos de los cuales tienen importancia recreativa y económica;
8. asociaciones particulares - el fenómeno de las bahías o lagunas bioluminiscentes ocurre siempre asociado a áreas de mangles.

La importancia económica de los manglares reside en una serie de usos directos que el hombre hace de ellos y los cuales son de naturaleza variada. Una enumeración de los usos más conocidos en órden de importancia para Puerto Rico es la siguiente:

1. usos recreativos y turísticos-pasivos (esparcimiento con la naturaleza, acampamentos, pasadías, etc.) y activos (cacería, navegación, pesca deportiva, buceo, etc.);
2. usos educativos - por su importancia para la educación e investigación científica (clases de biología, ecología, geología, geografía, ciencias ambientales, etc.);
3. pesca comercial - tanto directamente usando las pesquerías dentro del manglar como indirectamente en aguas cercanas que dependen del mismo;

4. extracción de sal - en las salinas frecuentemente asociadas a la comunidad del manglar;
5. uso de la madera - para la construcción de residencias, botes, nasas, postes para verjas, socos y pilotes;
6. como fuente de carbón vegetal - sobretodo por familias de bajos ingresos;
7. protección para embarcaciones pequeñas durante tempestades;
8. alimento para ganado;
9. extracción de taninos de la corteza - para el curtido de pieles;
10. extracción de tintes;
11. usos medicinales diversos - incluyendo infusiones y la elaboración de miel.

D. AMENAZAS AL SISTEMA

Por estar localizados mayormente en costas tropicales, los manglares están expuestos a una serie de condiciones ambientales que continuamente atentan contra su sobrevivencia y ponen a prueba sus adaptaciones al ambiente donde se encuentran. Estos factores son tanto de caracter natural como humano y, sin importar su procedencia, todos afectan uno u otro de los procesos funcionales del sistema (Fig. 9). La diferencia entre los factores naturales y los humanos generalmente estriba en su intensidad, selectividad y periodicidad. Usualmente los factores naturales actúan con menor intensidad, seleccionan contra organismos viejos, enfermos o mal adaptados y su periodicidad es tal que permite que el ecosistema se recobre por medio de la sucesión. Un huracán puede, sin embargo, causar destrucción extensa y sin discriminar por edad o estado de la vegetación pero con la excepción de catástrofes mayores y aún cuando la intensidad del factor natural sea alta, su efecto generalmente evita la aniquilación total de un ecosistema. Los efectos del hombre tampoco diferencian entre la edad o el estado de vida del sistema afectado pero generalmente resultan en la supresión de los mecanismos de restauración o sucesión. Por lo tanto, la diferencia principal entre la acción humana y la acción natural es el efecto en la habilidad de recuperación del sistema afectado.

Las acciones del hombre que afectan los sistemas naturales ocurren de tres maneras: interrumpiendo, acelerando o eliminando un proceso natural. El modelo diagramático de la Figura 9 muestra el funcionamiento de un manglar típico y los factores naturales o humanos que podrían afectar ese funcionamiento.

La sedimentación excesiva es un factor detrimental al manglar ya que interfiere con los procesos de respiración de los lodos y con el reciclaje del sistema. Durante una tormenta su efecto se agudiza mientras que las construcciones en terrenos adyacentes tienen un efecto más pausado y lento.

El corte y relleno de árboles de mangle afecta directamente la productividad del sistema al impedir el proceso de fotosíntesis. El talado generalmente precede intenciones de relleno aunque no es necesario talar para rellenar. El relleno puede considerarse como un caso extremo de sedimentación artificial y afecta el reciclaje y la respiración de los lodos del manglar.

El manglar está sujeto a ser afectado por alteraciones a otros ecosistemas. Las alteraciones en los patrones naturales de drenaje y escorrentía pueden impedir la importación de nutrientes y minerales de las tierras altas.

CAPITULO II

A. ALGUNOS PRINCIPIOS DE MANEJO

Cualquier plan de manejo se basa en un conjunto de valores y objetivos. El manejo de ecosistemas naturales va dirigido a optimizar el trabajo regional donde tanto los ecosistemas naturales como los humanos contribuyen sus energias hacia una meta común. Esta meta común es sobrevivencia a largo plazo. Algunos ecosistemas naturales son extraordinariamente eficientes brindando ciertos servicios vitales y por esta razón deben ser mantenidos en su estado natural. El hombre puede manipular los sistemas naturales sin alterar su estado natural si tiene un entendimiento de los fenómenos naturales y la dinámica de los ecosistemas. Los manglares son un ejemplo de este tipo de sistema porque crecen en un ambiente naturalmente hostil que no es de utilidad para la agricultura tradicional o para el desarrollo económico. La construcción en tierras de mangle es extremadamente costosa y es aún más costoso mantener estructuras en esos lugares por un tiempo prolongado. Al mantener el ambiente del manglar intacto el hombre se asegura una multitud de servicios gratuitos consistentes en alimento del mar, productos forestales, vida silvestre, vistas escénicas, calidad ambiental y sobre todo servicios de control de la

calidad del agua y amortiguamiento (protección) de inundaciones, tormentas y otros eventos climáticos peligrosos. Cuando los tomamos en conjunto estos servicios preponderan sobre los beneficios que obtendríamos de cualquier otro uso que podamos darle a estas áreas. Todos los manglares contribuyen de una forma u otra a todos los servicios señalados en la Tabla 3.

Hay dos factores que deben ser tomados en consideración en cualquier plan de manejo para tierras de mangle:

1. todos los manglares son ecosistemas abiertos. Ellos dependen de ecosistemas "río-arriba" para su sobrevivencia y a su vez contribuyen a la sobrevivencia de ecosistemas "río-abajo";
2. no todos los manglares son iguales en sus características funcionales y estructurales. Podemos identificar por lo menos seis (6) tipos de manglares cada uno con por lo menos dos (2) variaciones. Podrían haber aún otros tipos sin describir.

Estos dos factores tienen implicaciones importantes para el manejo de lso manglares.

La relación entre los terrenos de mangle y los ecosistemas de "río-arriba" hacen a los manglares susceptibles a acciones que ocurren alejadas de ellos. Cuando los manglares son alterados, ocurren cambios en los ecosistemas "río-abajo" y distantes de los manglares. Por esta razón es imperativo saber qué ecosistemas están contribuyendo al desarrollo del manglar y cuáles dependen de él.

Como veremos más adelante algunos manglares se manejan mejor mediante acciones en el mar mientras que otros se manejan con mayor facilidad mediante acciones en tierra. Más aún, algunos manglares interaccionan continuamente con ecosistemas tanto de "río-arriba" como de "río-abajo" mientras que otros sólo lo hacen estacionalmente o infrecuentemente. Así, pues, los aspectos temporales (estacionales) de las interrelaciones de los manglares son también críticos para su manejo.

La Figura 10 nos muestra la distribución de los manglares en Puerto Rico. Los manglares son indicadores de ambientes salinos y, en su estado natural, nunca se han de encontrar en áreas que no estén sujetas a la intrusión de agua salada.

La Figura 11 es un modelo que ilustra los factores que afectan el crecimiento del manglar. El modelo ilustra a los manglares como ecosistemas abiertos con influjos y reflujos de nutrientes y de agua salada y fresca. Además ellos exportan materia orgánica a las

aguas adyacentes. Nutrientes y sales en el agua del terreno se consideran los dos factores determinantes en el control del crecimiento y el desarrollo del manglar. Los nutrientes son llevados hasta las hojas fotosintéticas por medio del flujo de transpiración. Allí, son esenciales para el crecimiento de la planta. La salinidad del terreno se demuestra como un regulador de las tasas de transpiración. Según aumentan las salinidades del terreno la transpiración disminuye, menos nutrientes llegan a las hojas y la fotosíntesis neta disminuye. Energía cinética en la forma del flujo de un río o de una escorrentía y en la forma de olas o mareas, ayuda al crecimiento del manglar al ventilar las raíces y concentrar los nutrientes en su punto de incorporación. Según este modelo, los mangles más productivos y estructuralmente desarrolladòs se encuentran en áreas de aguas ricas en nutrientes con bajas salinidades y de rápido movimiento mientras que los mangles menos desarrollados ocurrirán en aguas quietas, pobres en nutrientes y altas salinidades en el terreno. Observaciones en el campo y data empírica apoyan estas aseveraciones. La Figura 12 por ejemplo, clasifica los mangles de acuerdo a la productividad de su hojarasca.

Los diferentes tipos de manglares pueden ser reconocidos por su estructura biológica y por la configuración de la cuenca en la que crecen (Figura 13).

Estas diferencias son tanto un producto como un factor causal de las diferentes propiedades funcionales de los bosques. Un manglar cerca de un río se verá y funcionará diferente de uno creciendo sobre un arrecife. Propuestas útiles para el manejo de manglares ribereños no funcionarían al aplicarse a los manglares de un islote creciendo sobre un antiguo arrecife. Por esta razón cada tipo de mangle será discutido por separado en los párrafos subsiguientes.

B. CLASIFICACION DE LOS MANGLARES

1. ISLOTES DE MANGLES ("over-wash mangrove islands")

Islotes con manglares "over-wash" son abundantes en la costa sur de Puerto Rico. La característica principal de estos islotes es el hecho de que son bañados diariamente por las mareas (Figura 14). Estos islotes están dominados por el mangle colorado y son los terrenos de mangles más "marinos". Algunos islotes son bañados por aguas azules y claras que tienen concentraciones bajas de nutrientes y una salinidad más o menos constante. A veces, las corrientes marinas alcanzan velocidades altas y el oleaje es fuerte. Otros islotes están sujetos a intensidades más bajas de oleaje y a una mayor variación en las concentraciones de salinidad y nutrientes. Estas diferencias ambientales son responsables probablemente, por la mayor área de hojas, biomasa y productividad del último caso y la mayor densidad de raíces de sostén en los islotes del primero. La densidad de las raíces de sostén tal vez sea un buen indicador de la velocidad del flujo de agua a través del manglar.

Con el transcurso del tiempo, los islotes de mangle ("over-wash" mangrove islands") pueden desarrollar la zonación típica de mangle colorado, blanco y negro. Esto ocurre si la intensidad del flujo y reflujo no es suficientemente fuerte para lavar toda la hojarasca producida en el islote o si las aguas de las mareas están

cargadas con sedimento. Bajo estas condiciones de baja energía se "crea tierra" (por sedimentación y acumulación) en el centro del islote y eventualmente las mareas dejan de bañar diariamente a la totalidad del islote. La salinidad del terreno en el interior del islote aumenta, el área es colonizada por otras especies de mangle y se establece la zonación. Técnicamente, el islote ya no puede ser clasificado como un manglar "over-wash" sino que se convierte en una zona de manglar de borde y otra de cuenca. Si la razón de evaporación es mayor que la de precipitación, se puede formar una laguna hiper-salina en el interior del islote y desarrollarse un anillo de mangle negro enano alrededor de ella (Figura 15). Este proceso es común en la costa árida del sur de Puerto Rico. Solamente las algas azul-verdosas son capaces de resistir las altas temperaturas y salinidades de las aguas de la laguna. Estas lagunas se convierten en un elemento potencialmente importante para la vida silvestre especialmente, las aves. Para los propósitos de este trabajo, este tipo de islote y aquellos que son bañados en su totalidad se discutirán conjuntamente.

Los islotes de mangles constituyen lugares preferidos por muchas especies de pájaros para anidar. Además, estos islotes mantienen una diversa fauna y flora en las raíces de sostén del mangle colorado

3). Las praderas de Thalassia y una variedad de plantas y animales marinos viven de frente a las corrientes marinas en asociación íntima con los manglares. Durante períodos de marejadas, la densa red de raíces de sostén y la multiplicidad de los islotes en un área dada actúan como disipadores de energía. Su mera presencia ayuda a contrarrestar los efectos de marejadas fuertes y provee albergue a una gran variedad de especies animales. Los islotes de mangle exportan hojas de mangle enteras a las aguas marinas adyacentes a través de las mareas diarias que los bañan. La Figura 16 ilustra el posible flujo de nutrientes y materia orgánica en un islote de mangle.

Las aguas de flujo y reflujo son purificadas al pasar por los islotes. Esta función ecológica podría ser muy importante en bahías contaminadas donde la concentración de nutrientes o la carga de sedimentos sea mayor que en las aguas marinas normales. La fotosíntesis del manglar, del epifiton de las raíces de sostén y de otras plantas asociadas con los manglares, y el asentamiento de sedimientos dentro de los islotes son algunos de los mecanismos que purifican estas aguas. Un beneficio resultante de la influencia de los islotes de mangle en la calidad y el movimiento de las aguas que pasan sobre ellos es el crecimiento de comunidades bénticas hacia el interior de los islotes.

La alta productividad y diversidad de estos sistemas es uno de los efectos "río-abajo" del crecimiento del manglar.

A. Manejo

Los islotes de mangles son mejor manejados cuando se dejan quietos. Su localización, alejados de tierra, en bahías y aguas costaneras y su distribución irregular y dispersa las hacen áreas imprácticas para usos intensivos. La razón de regeneración de los árboles es relativamente lenta para estos manglares particularmente para aquellas áreas de pocos nutrientes y altas salinidades expuestas a un oleaje considerable. El talado selectivo con propósitos recreativos es aceptable particularmente en ambientes ricos en nutrientes donde los mangles crecen un poco más rápido. El manejo para producción maderera no se recomienda. Tampoco se recomienda este tipo de manglar para el procesamiento de aguas sanitarias; por ser bañados diariamente por las aguas no es práctico añadir los efluentes sanitarios ya que el riesgo de contaminar las aguas adyacentes sería grande. Los árboles que crecen en islotes hipersalinos crecen muy lentamente para poder ser "depuradores" de nutrientes efectivos.

Los islotes de mangle deben ser manejados para los servicios indirectos que ellos proveen. Estos servicios se manifiestan en valores recreativos como refugios para la vida silvestre, buena pesca y aguas marinas más limpias y tranquilas. Estos servicios se utilizan al máximo cuando el sistema no es alterado. Peligros que deben ser evitados son: la contaminación marina excesiva; derrames de petróleo; interrupción de los flujos de aguas marinas mediante la construcción de diques alrededor de los islotes; dragados excesivos y sedimentación cerca de los islotes y el talado excesivo de los árboles.

2. MANGLARES DE BORDE

Los manglares de borde (Figura 17) crecen a lo largo de las costas de canales, ríos, lagunas u otros cuerpos de agua marinos o estuarinos. Están dominados por el mangle colorado. El grado de desarrollo estructural en este bosque depende de la calidad del suelo y la intensidad de la acción del oleaje (Figura 11). Los manglares de borde a lo largo de la costa están, usualmente, expuestos a mareas diarias, salinidades relativamente constantes, concentraciones bajas de nutrientes, alta intensidad de oleaje, vientos fuertes, y el rocío salado del mar. Aquellos a lo largo de los ríos se clasifican como manglares ribereños y se discuten aparte.

Dependiendo de la geomorfología de la costa, los manglares de borde pueden entremezclarse con manglares de cuenca creciendo detrás (i.e., tierra adentro) de ellos o pueden terminar abruptamente en el tope de una berma de tierra. Detrás de la berma uno puede encontrar un manglar de cuenca. Si el perfil de la costa es de un declive empinado los mangles blanco, negro y/o botoncillo pueden crecer detrás del mangle colorado y considerarse parte del manglar de borde. En costas de perfil con inclinación suave, el ancho de la franja de mangle colorado puede ser considerable. La presencia o ausencia de una berma detrás del manglar de borde determina además las sendas principales de

ciclos de nutrientes de este tipo de manglar. Con la berma presente en los tipos más "marinos" el manglar estará prácticamente aislado de la escorrentía terrestre directa. Este sistema es altamente dependiente del mar para suplirse de nutrientes. Sin la berma, la escorrentía terrestre alcanza al manglar de borde contribuyendo nutrientes y agua fresca. Los manglares de borde a lo largo de bahías protegidas, canales y lagunas también reciben este tipo de subsidio terrestre. Este último tipo de manglar de borde será más alto, tendrá más biomasa y mayor productividad que el primer tipo. La Figura 18 muestra las sendas que siguen y los lugares de almacenaje de nutrientes y materia orgánica para los manglares de borde.

Al igual que los islotes de mangle los manglares de borde albergan un perifitón extenso en las raíces de sostén (Figura 3) y actúan como refugios para peces y otra vida silvestre durante períodos tormentosos y de marejadas. El valor más obvio de este tipo de manglar, sin embargo, es la protección de la costa y la alta tasa de exportación de materia orgánica a ecosistemas de "río-abajo". Además, en lugares de aguas extremadamente tranquilas, este manglar es capaz de "avanzar" hacia el agua según se van depositando y consolidando sedimentos detrás de la franja de mangles. Eventualmente esto puede conducir a "formar tierra". Una tormenta, sin embargo, puede

"recapturar" esta tierra del manglar.

Vista desde el aire, la franja de mangles colorados es fácilmente diferenciada de la vegetación circundante por tener una (corona) cubierta más alta. En tierra, se caracterizan por la abundancia de raíces de sostén del mangle colorado, el gran número de raíces adventicias cayendo desde la corona hacia el agua. una cubierta de clorofila hacia el agua y la superficie del suelo desprovista de desperdicios orgánicos. Objetos flotantes depositados dentro del bosque son indicativos de los efectos periódicos pero fuertes de marejadas de tormenta. Los árboles en el manglar de borde tienden a ser más jovenes y a crecer más rápidamente que aquellos del manglar de cuenca. Esto tal vez se deba a una mayor mortalidad de los árboles en el borde de la costa donde están expuestos al viento, las olas y los huracanes. En las regiones internas del manglar de borde, donde las fuerzas destructivas no predominan con la intensidad que tienen en las regiones externas, y donde el flujo del agua es más lento pero las concentraciones de nutrientes más altas, los árboles serán mayores y exhibirán mayor productividad.

A. Manejo

Los manglares de borde son similares a los islotes de mangle en términos de su exportación

de materia orgánica, sus relaciones simbióticas con especies de plantas y animales marinos, su control de la calidad del agua y la protección que le brindan a las costas. Ellos son superiores a los de los islotes, sin embargo, por tener una productividad primaria mayor y una capacidad y potencial maderero mayor. Al igual que los islotes de mangle, los manglares de borde aislados por una berma son manejados por acciones que afectan al mar más que a la tierra detrás de ellos. La proximidad a tierra, sin embargo, los hace suceptibles a impactos ambientales humanos pero sus adaptaciones a fuerzas naturales como huracanes, olas y mareas permite su utilización intensiva. Siempre y cuando no se interfiera con la intensidad y calidad de los flùjos oceánicos o con la reproducción de los árboles, se puede manejar el manglar de borde con usos intensivos sin causarle daños serios. Los manglares de borde que crecen en localidades más tierra adentro son más suceptibles a impactos humanos que los costaneros pero también pueden ser usados intensamente si se toman ciertas precauciones.

Los manglares de borde costaneros pueden ser manejados con pocos gastos económicos si permitimos a los procesos energéticos naturales hacerse cargo del trabajo de mantenimiento del bosque.

El manglar de borde puede ser totalmente destruído por huracanes que en Puerto Rico tienen una frecuencia que varía desde uno cada dos hasta uno cada veinticinco (25) años dependiendo del tamaño del área utilizada para calcular la frecuencia. La recuperación es rápida lo cual hace de este tipo de manglar un buen productor de madera que puede ser manejado con un intervalo corto de rotación. La cosecha puede recogerse utilizando el método de talado abierto ('clear-cut'). Muchos países tropicales utilizan sus manglares para este propósito. Si las aguas marinas no se contaminan y si se evitan los derrames de petróleo, este tipo de manglar puede ser manejado además para la producción de ostras y otros mariscos. Las exportaciones orgánicas a través de hojas enteras de mangle colorado apoya las pesquerías de "río-abajo" y la utilización de nutrientes para la fotosíntesis contribuyen al mejoramiento de la calidad del agua. Este tipo de manglar no se recomienda como receptor de aguas sanitarias; su proximidad a aguas abiertas excluyen esta opción. La construcción de diques no se recomienda porque interfiere con las corrientes marinas que son esenciales para el mantenimiento y la reproducción del bosque. El dragado

excesivo y la sedimentación también son dañinos a los organismos epifíticos de las raíces de sostén del mangle rojo. Facilidades recreativas, viviendas y otras estructuras pueden ser construídas dentro de la franja de mangle siempre y cuando estén suficientemente separadas unas de otras y que se mantenga suficiente mangle inalterado entre ellas para que actué de "amortiguador" y siempre y cuando ellas no interfieran con las corrientes marinas o la escorrentía terrestre que van al manglar. Esto se logra construyendo sobre socos y paralelo al movimiento de las aguas.

La regeneración natural de los mangles de borde es rápida y no se debe interferir con ella. Esto se logra mediante la protección de las plántulas del mangle que continúamente se asientan en las aguas más llanas a través de todo el bosque debido al flujo y reflujo de las mareas que las transportan.

Las plantas jóvenes que han alcanzado un (1) metro de altura también deben ser protegidas porque han pasado una etapa crítica en su desarrollo y están camino a convertirse en plantas adultas.

Los manglares de borde que crecen tierra adentro (e.g. bordeando canales, lagunas, etc.) o en una costa sin berma son más complicados en su manejo. Una complicación surje del hecho que

estos manglares están más directamente acoplados a ecosistemas de "río-arriba". Son pues, más suceptibles a actividades como canalizaciones, rellenos, dragados y la construcción de diques. Estas actividades no se recomiendan porque alteran los flujos de agua hacia el manglar, eventualmente causando la disminución en la productividad del manglar y por lo tanto en su importancia ecológica. La tranquilidad relativa de las aguas interiores también modifica los efectos de acciones de manejo en el manglar de borde de tierra adentro. Por ejemplo, toma más tiempo remover sedimentos suspendidos de un manglar en una laguna tranquila que de uno en contacto con el mar. Los organismos epifíticos que crecen en los manglares de borde del interior son particularmente suceptibles a las acciones de manejo que producen sedimentos y cieno y usualmente son los primeros componentes del sistema en sucumbir ante el proceder errado del hombre. La sobrevivencia de organismos epifíticos podría ser utilizada como un índice o un indicador de la calidad del manejo. Las aguas tranquilas, sin embargo, no siempre constituyen un riesgo para el manejo; las aguas tranquilas son más productivas y atraen más peces y vida marina que las aguas que están en movimiento

constante. El atractivo de las aguas tranquilas para la vida marina, ocurre, en muchas ocasiones, durante las primeras etapas de desarrollo cuando muchas de estas especies (principalmente peces) son suceptibles a factores de mortalidad. Así pues, los manglares de borde del interior se hacen más valiosos como áreas que sirven de criadero y como mantenedores de estos organismos que los mismos manglares de borde "marinos". Deben, entonces, ser manejados para lograr el máximo de este papel ecológico en vez de manejados para usos directos e intensivos como recomendamos para los manglares de borde "marinos". Los usos humanos directos deben consistir y limitarse a la recreación, pesca, el estudio y el talado y cosecha selectiva. La regeneración aquí también será rápida.

3 · MANGLARES ENANOS

Los manglares enanos son los manglares con los mangles más pequeños que se conocen (menos de dos (2) metros de altura cuando adultos, Figura 19). Crecen en un ambiente que varía desde terrenos arcillosos pobres en nutrientes y con agua de baja salinidad como es el caso en los "Everglades" en el suroeste de Florida hasta los terrenos ricos en nutrientes y las condiciones de salinidades altas del terreno y del agua de los ambientes secos típicos de la costa sur de Puerto Rico y las costas frías del Golfo de Florida occidental y Texas. Para el ojo inexperiente los mangles enanos son árboles jóvenes; sin embargo, en realidad son plantas adultas. Los manglares enanos están sujetos a presiones naturales de gran intensidad y son los manglares más improductivos (Figura 12). Para esta razón este ecosistema no puede absorber presiones adicionales que el hombre pueda imponerle. Las presiones naturales de baja concentración de nutrientes o la hipersalinidad ya han colocado a este sistema en el borde de la sobrevivencia para los mangles. De hecho, en los lugares donde encontramos manglares enanos se puede observar la sucesión de éstos a otros tipos de ecosistemas con tan sólo leves cambios en los factores ambientales. En los "Everglades" del sur de Florida el manglar enano es sucedido por la planta de

serrucho cuando las salinidades bajan al nivel de agua fresca. En el sur de Puerto Rico, por otro lado, son sucedidos por lagunas hipersalinas carentes de vegetación si aumenta la salinidad y por manglares de cuenca si la salinidad disminuye. En ambas localidades, el manglar enano se inunda sólo durante las mareas de tormenta y mareas de primavera (spring-tides). Estas mareas, o cantidades anormalmente altas de escorrentía terrestre, lavan cualquier material orgánico que haya podido acumularse en el manglar durante los períodos de poco flujo de agua. Como la productividad primaria por unidad de área es baja, su exportación a sistemas "río-abajo", también es baja.

Los manglares enanos crecen donde ninguna otra planta puede crecer y por consiguiente su principal valor ecológico consiste en la protección de cuencas y el almacenaje de agua. Representan el único mecanismo para mantener una cubierta vegetal sobre esos suelos hipersalinos o arcillosos-arenosos y mantener además la calidad de las aguas que fluye por tierra hacia el mar. En esta labor son asistidos por abundantes praderas de perifiton, yerbas y juncos en áreas con condiciones próximas a las de agua fresca o por praderas de algas azul-verdosas y plantas suculentas en áreas de alta salinidad. En estas áreas las aves acuáticas son abundantes aunque no así los peces.

A. Manejo

Los manglares enanos no deben ser alterados. El argumento más convincente que se puede proveer en favor de esta recomendación es que luego de ser alterados se regeneran muy lentamente (posiblemente tomándose más de 50 años) y nada más crece en su lugar una vez se destruyen los árboles de mangle. El hombre se beneficia indirectamente de este manglar por su función regional en el control de la calidad y el almacenamiento del agua, en la estabilización de la tierra, en las vistas escénicas y por sostener la vida silvestre.

4. MANGLARES RIBEREÑOS

Los manglares ribereños se encuentran en la parte salina de las planicies inundables de los ríos y otros cuerpos de agua fresca sujetos a la influencia de las mareas. Incluyen al manglar ribereño de borde que está dominado por Rhizophora mangle (mangle rojo) y por los árboles que crecen en la planicie inundable. Ahí uno puede encontrar agrupaciones puras o mezclas de mangle negro y mangle blanco. Helechos y otras plantas terrestres pueden encontrarse en áreas donde predominen salinidades bien bajas. Los manglares ribereños son los más productivos y espectaculares de todos los manglares. La abundancia de agua fresca, los nutrientes y sedimentos de la escorrentía de tierras altas y la ventilación de las raíces durante períodos de inundación probablemente son rèsponsables por el vigor y la productividad de este manglar (Figura 20). Los manglares ribereños pueden estar completamente secos por períodos considerables de tiempo. El nivel freático, sin embargo, se puede encontrar inmediatamente bajo la superficie o a varios decímetros de profundidad. Sólo las mareas muy altas o las inundaciones de los ríos causan inundaciones. La salinidad de las aguas superficiales fluctúa ampliamente en este ambiente desde agua dulce durante la época de lluvia hasta salinidades muy altas cuando el manglar es inundado por las mareas o cuando lluvias escasas diluyen la sal

acumulada en el suelo durante períodos secos. Las salinidades del terreno, sin embargo, son casi el doble de, y fluctúan menos que, las de las aguas superficiales manteniéndose cerca de la salinidad del agua de mar. La salinidad del terreno aumenta según uno se aleja del río y se adentra en la planicie inundable. El gradiente de salinidad en el terreno, se cree, es el responsable por la zonación de las especies de mangle con el mangle colorado predominando donde las salinidades se acercan a la del agua de mar y los mangles negro y blanco predominando en las regiones de salinidades mayores (Tabla 4).

El río, con su carga de sedimentos, agua y nutrientes, constituye la arteria principal del manglar ribereño. La Figura 21 ilustra las principales rutas de nutrientes y materia orgánica en los manglares ribereños. La Figura 12 muestra que en comparación con otros tipos de manglares, este sistema es el mayor productor de hojarasca por unidad de área. Por lo tanto, en términos de productividad primaria este sistema es de extremo valor para la región en la que crece. Esta productividad tiene un valor amplificado "río-abajo" en la forma de exportaciones orgánicas, control de la calidad del agua, y como habitat tanto para especies de tierras altas (highlands) como de tierras bajas (low-lands) durante períodos alternados de altas y bajas salinidades. La Figura 22 ilustra la

capacidad de incorporación de nutrientes de una planicie inundable natural de un manglar versus la incorporación de nutrientes en un manglar que ha sido canalizado. El hombre ciertamente se puede beneficiar del uso de este sistema como lo hizo y aún lo hace mucha gente del mundo.

A. Manejo

La alta productividad y la intensidad de las energías físicas actuando sobre este habitat, crean condiciones ideales para el manejo intensivo de los manglares ribereños. Por ejemplo, los manglares ribereños son excelentes para la producción maderera bajo un período de rotación corto de unos 20 años; históricamente parcelas de mangle colorado han sido manejadas para la producción de taninos mientras que otras parcelas podrían manejarse para el procesamiento de efluentes domésticos de los sistemas urbanos cercanos.

Con la implementación de planes de manejo intensos se deben tomar precauciones para poder mantener los procesos y energías naturales funcionando a favor del plan de manejo y no en su contra. En los manglares ribereños estas precauciones tienen que ver con el manejo del flujo de las aguas del río y el control de la profundidad del agua en el manglar. Una manipulación potencial de este sistema es el disminuir la

escorrentía del río hacia el manglar mediante la canalización del río o mediante la construcción de diques que separen el manglar del río. Estas acciones reducirían los flujos de agua fresca, nutrientes y sedimentos hacia el manglar y reducen también la aeración de las raíces. La reducción de aquellos factores que son responsables por la alta productividad de este manglar y las acciones que reducen la productividad de este manglar no se recomiendan como prácticas de manejo. Más aun, estas acciones aíslan al manglar de los ecosistemas de "río-abajo" y así reducen a un mínimo su contribución a la productividad de la región. Los ecosistemas de "río abajo" también sufrirán las consecuencias detrimentales de estas prácticas indeseables.

Otra posible manipulación para los manglares ribereños es inundar el manglar con aguas sanitarias o con escorrentía del río. Aumentos en la escorrentía del río pueden resultar de un aumento en el desarrollo de la cuenca del río. Aunque sea paradójico, los árboles de mangle que crecen en las planicies inundables no resisten períodos prolongados de inundación si las aguas están estancadas y no fluyen. Las aguas estancadas son detrimentales a los mangles porque permiten la acumulación de compuestos tóxicos y el agotamiento de oxígeno y nutrientes cerca de la superficie de las raíces. Cuando las raíces son aereadas por

corrientes ligeras, altos gradientes de nutrientes, oxígeno y productos tóxicos se establecen entre los tejidos de las raíces y los alrededores de ellas satisfaciéndose así las demandas fisiológicas para un crecimiento vigoroso de los árboles. La capacidad del manglar ribereño de recibir más escorrentía está limitada y su tolerancia a ésta está dictada por la intensidad de la inundación y el tiempo que el agua permanezca en el sistema. La inundación prolongada particularmente de aguas estancadas no es tolerada por los mangles y por lo tanto, no se recomienda. Otros efectos de manipulaciones con el nivel del agua se discuten más adelante bajo la categoría de manglar de cuenca.

Teóricamente, los manglares ribereños podrían recibir efluentes sanitarios de sistemas urbanos. La dependencia de la escorrentía de tierras altas para mantener su alta productividad, permite a este manglar adaptarse a recibir e incorporar rápidamente efluentes sanitarios. Se deben tomar precauciones para evitar cambios drásticos en los regímenes hidrológicos del manglar durante su aplicación. El desarrollo de itinerarios de aplicación debe ser objeto de consideraciones cuidadosas de manera que las inundaciones excesivas o la posible contaminación de las aguas "río-abajo" sean evitadas.

En áreas sobredesarrolladas como las hay en Puerto Rico, los manglares ribereños son valiosos atributos para regular la calidad ambiental regional. Bajo estas condiciones los ríos transportan cargas sedimentarias altas, aguas eutróficas y se desbordan más frecuentemente que lo normal. El aire es de pobre calidad, los niveles de ruido son altos y presiones exageradas son generadas sobre las pesquerías y las facilidades recreativas. Los manglares ribereños, si se protegen, revertirán todos estos procesos y ayudarán a reestablecer la calidad ambiental perdida. Como cinturones verdes, los manglares son útiles para disminuir el ruido, para precipitar partículas del aire y para mejorar la calidad estética general. Tanto el manglar ribereño como el de cuenca producen suficiente materia orgánica para mantener las altas tasas de respiración en las aguas estuarinas y lagunares abiertas. Medidas de la productividad de estos sistemas sugieren que las áreas de aguas abiertas mantienen sus tasas metabólicas mientras reciben exportaciones de los manglares que las rodean. En estos sistemas de agua abiertos las poblaciones de peces comerciales y deportivos son abundantes. El manejo de las pesquerías en estas áreas depende del buen manejo del manglar. En el proceso los manglares

ayudan al control de la calidad del agua al absorber nutrientes para la fotosíntesis. La abundancia de raíces de sostén del mangle rojo y los neumatóforos del mangle negro en el suelo del bosque ofrecen suficiente resistencia al agua para reducir su velocidad y causar la precipitación de sedimentos y otros materiales tóxicos. Además, existen beneficios en el control de inundaciones cuando periodos máximos de aguas altas son retardados y el manglar se vuelve una cuenca de almacenaje aumentando considerablemente su efecto de amortiguamiento de eventos tales como inundaciones y tormentas huracanadas.

5. MANGLARES DE CUENCA

Los manglares de cuenca se encuentran en depresiones del terreno (bajos) detrás de los manglares de borde, tierra adentro donde el movimiento de las aguas casi no se detecta, en áreas donde entra más agua del mar que la que sale o en áreas planas que son inundadas sólo por las mareas más altas. Todas estas condiciones conducen a una salinidad del terreno mayor que las prevalecientes en cualquier otro tipo de manglar a excepción de los manglares enanos, hipersalinos. Las altas salinidades del terreno en los manglares de cuenca están acompañadas por ambientes altamente reducidos, faltos de oxígeno y por aguas estancadas. Cuando se inundan, estos manglares permancecen inundados por más tiempo que los manglares de borde o ribereños cercanos. Las áreas bajas o cuencas son obviamente, un ambiente extremo donde el mangle negro crece como en un huerto en agrupaciones puras (Figura 23). El mangle blanco también se encuentra en los manglares de cuenca pero el mangle rojo no, excepto algunas plántulas muy jóvenes que crecen en lugares abiertos. Cuando esto ocurre una alta tasa de mortalidad o una tasa de crecimiento lenta contribuyen a su eliminación del ecosistema. Dos adaptaciones que permiten al mangle negro sobrevivir en este ambiente son la capacidad de incorporar agua salada y de excretar la sal por las hojas (el mangle rojo excluye la sal en las raíces) y sus estructuras especializadas para el in-

tercambio de gases conocidos como neumatóforos.

Los neumatóforos son proyecciones en la forma de lápices que cubren el suelo del manglar (Figuras 24 y 25) como una alfombra. La Figura 24 ilustra además la función de los neumatóforos y sus adaptaciones para el intercambio de gases. El tamaño de los neumatóforoses de suma importancia para el manejo del manglar. La Figura 25 es un diagrama de un neumatóforo de un mangle negro ilustrando una de sus adaptaciones para el intercambio de gases, numerosas lenticelas (otra adaptación es la naturaleza esponjosa de su tejido), y su altura respecto a la profundidas del agua en el manglar. Medidas hechas han demostrado que la altura de los neumatóforos es indicativa de la profundidas máxima alcanzada por las aguas en el manglar ya que casi nunca son cubiertos en su totalidad durante los periodos de aguas altas si es que son cubiertos alguna vez. También se sabe que los manglares ribereños y de cuenca son muy sensitivos a la sedimentación excesiva y a inundaciones prolongadas. Una posible explicación para esta sensitividad es la interferencia con el intercambio de gases a través de los neumatóforos y las lenticelas. Ambas estructuras (neumatóforos y lenticelas) y los tallos del mangle negro, intercambian CO_2 (bióxido de carbono) y O_2 (oxígeno) con la atmósfera a un ritmo acelerado. La sensitividad a inundaciones

y sedimentación excesivas es notable en los manglares de cuenca donde las aguas son naturalmente, estancadas y la difusión en la superficie de las raíces es retrasada más que en cualquier otro manglar. El mangle rojo tolera periodos de inundación más prolongados y aguas más profundas sólo si las aguas se mantienen bajo el nivel de las lenticelas en las raíces de sostén y en constante movimiento. Las condiciones en los manglares de borde y en los islotes de mangle satisfacen estos requisitos. Además, las lenticelas en las raíces de sostén del mangle colorado generalmente se aglutinan encima del nivel alcanzado por las aguas altas a una altura mayor que los neumatóforos. Esto le permite al mangle colorado crecer en aguas más profundas.

Las aguas que fluyen de los manglares ribereños y de cuenca contienen poco oxígeno disuelto y una alta concentración de materia orgánica. La materia orgánica disuelta que es exportada sirve como enlace entre los manglares de cuenca y las pesquerías "río-abajo". El manglar de cuenca es una de las trampas de sedimentos más efectivas dentro de los diferentes tipos de manglares. El reciclaje dentro de este sistema es alto y la exportación conspícua de hojas enteras rara vez ocurre. La mayor eficiencia del reciclaje dentro de

este sistema y su localización usualmente protegida y tierra adentro permite a este manglar desarrollar una estructura compleja. Esta complejidad se expresa por medio de una corona alta y cerrada formada por las copas de los árboles y por un alto índice de área de hojas. Bajo la corona cerrada sólo se encuentran neumatóforos. Esto le imparte al manglar fisiognomía de parque abierto, de huerto. La Figura 26 resume la dinámica de este manglar mediante un diagrama de flujo.

El mangle blanco también crece en el manglar de cuenca. Esta especie puede regenerarse por medio de retoños que brotan desde las raíces lo cual la adapta a sobrevivir vientos fuertes que tumban la planta adulta. Cuando la corona abre un poco, los lugares soleados pueden ser invadidos por mangle rojo o por cualquiera de las otras dos especies de mangle. Con el tiempo, sin embargo, el mangle rojo es eliminado.

A. Manejo

Los manglares de cuenca son teóricamente ideales para el tratamiento de aguas sanitarias y para la producción de madera porque tienden naturalmente a recoger los flujos de nutrientes para desarrollar estructuras leñosas. Aunque se carece de evidencia experimental, la data disponible sobre la productividad del manglar y

sus propiedades de reciclaje apoyan la aseveración anterior. La cosecha de madera puede hacerse por talado limpio (clear-cut) y la regeneración debe ser por medios naturales. Los estudios hechos demuestran que es más barato entresacar el monte por medios naturales que hacerlo a mano.

Las preocupaciones más importantes que necesitan tomarse son las siguientes: los niveles de agua dentro del manglar nunca deben exceder o sobrepasar la altura de los neumatóforos; de hacerlo, entonces no debe ser permitido mantener ese nivel por un espacio de tiempo prolongado ya que el manglar no podrá tolerarlo. Si el nivel de agua aumenta lenta y progresivamente los neumatóforos tal vez tengan oportunidad de ajustarse a las nuevas condiciones y aumentar su largo o altura. Este crecimiento debería ser registrado y amonestado para asegurar su ocurrencia.

En el segundo caso, mantener los flujos naturales de agua en capas finas es vital para la sobrevivencia del manglar. El hombre también debe mantener las inundaciones normales causadas por las mareas en el manglar porque ellas mantienen los regímenes normales que sostienen al sistema. Cualquier acción que vierta aguas sanitarias en el manglar sin que se hayan tomado medidas para

los flujos de salinidad cambiaría el balance salino en el terreno y seleccionaría otras especies de plantas que podrían no ser tan efectivas en el reciclaje mineral como los mangles blanco y negro. Por ejemplo, salinidades más bajas podrían favorecer inicialmente al mangle rojo y eventualmente, a especies características de salinidades aún más bajas. Mientras estos cambios ocurren, habrá menos incorporación de aguas sanitarias y menos productividad en el manglar.

La abundancia de mosquitos en algunas de estas áreas excluye de antemano la presencia humana a menos que se protejan mediante repelentes de insectos o mayas y telas protectoras. El uso recreativo es posible porque la actividad de los mosquitos es estacional y diurna pudiendo programarse los usos del manglar para evitar esta "inconveniencia". Intentar eliminar los mosquitos puede ser contraproductivo y hasta imposible en algunas áreas y por lo tanto no se recomienda.

CAPITULO III

A. REVISION DE LA LITERATURA

Esta sección es una revisión del conocimiento científico sobre los manglares en Puerto Rico e incluye sugerencias para políticas de manejo y protección. La figura 10 muestra la distribución de los manglares en Puerto Rico y la Tabla 5 muestra el tamaño, número y tipo de bosque en cada una de las nueve regiones costaneras definidas por el Programa de la Zona Costanera. La historia de la interrelación del hombre y los manglares en Puerto Rico y el estado actual de los manglares de la Isla han sido esbozados por Carrera y presentadas en la primera parte de este trabajo. Carrera y Lugo (1974-I-II-III propusieron y documentaron la necesidad de incluir los manglares como áreas naturales críticas, sujetas a protección gubernamental a través de toda la Isla. Al final se incluye una bibliografía que trata sobre los manglares.

Las investigaciones sobre manglares en Puerto Rico pueden resumirse en seis grupos:

1. Clasificación de manglares, descripción de ciertos bosques de mangle y su sucesión, ecología y uso por el hombre. Ejemplos de trabajos de este tipo son: Miller (1889); Gleason y Cook (1927); Cook y Gleason (1928); Bartel (1941); Margalef (1962); Buell y

Dansereau (1966) y Ewel y Whitmore (1973).

2. Investigaciones en una amplia variedad de campos llevadas a cabo en el suroeste de la isla por la facultad del Depto. de Ciencias Marinas y su precursor, el Instituto de Biología Marina en la Parguera y por el Centro Nuclear de Puerto Rico que estuvo relacionado con el impacto ambiental del desarrollo de una planta generatriz nuclear en las cercanías de un manglar (31,101). Los trabajos del Depto. de Ciencias Marinas incluyen estudios taxonómicos y autoecológicos de grupos particulares, por ejemplo: algas (5,6); copépodos (45); jueyes (72); moluscos (80); pájaros (123); plántulas (Tosteson, comunicación personal) y ostras (122). Otra línea de investigación seguida por el Depto. de Ciencias Marinas ha sido la dinámica de los manglares y ecosistemas asociados como las praderas de Thalassia y las bahías como la Bahía Fosforescente (26,40,81,118,129).

3. Una tercera categoría de investigaciones sobre manglares en Puerto Rico puede atribuírsele a Candelas y sus asociados en la Universidad de Puerto Rico, en Rio Piedras. Ellos han producido varios informes de investigación

que describen la dinámica del ecosistema de mangles haciendo énfasis en las características fisicoquímicas de sus aguas y las lagunas asociadas en la costa norte (27, 29, 30).
El trabajo de este grupo también incluye la descripción de sistemas costeros (121) y una evaluación de los manglares de Puerto Rico.

4. Los aspectos de silvicultura en las investigaciones sobre manglares de Puerto Rico se han conducido en el Instituto de Dasonomía Tropical por Holdridge (90, 91); Tosi (149); y Wasdsworth y sus asociados (153, 154, 155).
La revista de "The Caribbean Forester", hoy descontinuada, contiene muchos trabajos sobre este aspecto.

5. Varios investigadores han descrito también los efectos de eventos extraordinarios sobre los mangles. Esto incluye a los huracanes (78, 159); derrames de petróleo (52); o mares tempestuosos (36, 126).

6. Finalmente, con el establecimiento a fines de la década del sesenta, de la Junta de Calidad Ambiental y del Departamento de Recursos Naturales en 1973, las investigaciones sobre manglares en nuestra Isla recibieron un nuevo ímpetu con el propósito de proteger estos bosques. Estas agencias gubernamentales

han coleccionado data sobre los parámetros estructurales y funcionales de los manglares y sus aguas adyacentes (42, 64, 110, 111, 114, 131, 136). Además, numerosas Declaraciones de Impacto Ambiental sometidas para proyectos a desarrollarse en o cerca de áreas de mangle, han atraído la atención hacia estos ecosistemas. Estas "D.I.A.S." por lo menos han estimulado al gobierno a conducir sus propias investigaciones. La Figura 27 resume las localidades que han sido incluídas en algunos de estos estudios gubernamentales.

El Departamento de Recursos Naturales además de registrar características y atributos de ciertos manglares de la Isla, también comenzó un esfuerzo sistemático encaminado a desarrollar planos de manejo para aquellos manglares bajo su jurisdicción. La Junta de Calidad Ambiental también ha desarrollado regulaciones para la protección de los pocos manglares restantes en Puerto Rico (8, 66).

B. DESCRIPCION DE LAS REGIONES COSTANERAS

1. REVISION DE LA ECOLOGIA DE LOS MANGLARES EN PUERTO RICO

Aunque ocurren en todas las costas de Puerto Rico y sus islas adyacentes, los manglares de Puerto Rico pueden agruparse en dos categorías generales: los tipos de la costa norte y los de la costa sur. Las características de cada tipo fueron discutidas por Lugo y Cintrón (1975). Resumiendo brevemente estas características tenemos que el manglar tipo de la costa norte recibe mayor precipitación y escorrentía pluvial que los del tipo de la costa sur que se encuentran en una costa árida. Los regímenes energéticos dominados por fuerte oleaje que existen en la costa norte evitan el establecimiento de ecosistemas de mangle en la orilla marina y los restringe a localidades tras dunas de arena o en tierras bajas ribereñas en donde están protegidos del embate de las olas. Los manglares ribereños en la costa norte están protegidos por bancos de arena que se forman en la desembocadura de los ríos, crecen bajo un régimen de salinidad más baja que cualquier otro tipo de manglar de la Isla y durante casi medio año están sujetos a inundaciones. Por el contrario, como contraste, los manglares del tipo de la costa sur crecen en contacto directo con el mar bajo un régimen de salinidad más constante y en algunas áreas del interior están expuestos a la hipersalinidad del terreno por estar sujetos a evaporación excesiva y sequías. Los ríos casi nunca llevan agua pluvial a estos manglares.

Como resultado del contraste ambiental los manglares de borde, enanos y los islotes de mangle ("over-wash") predominan bajo las condiciones imperantes en la costa sur y los manglares de cuenca y ribereños predominan en la costa norte. La Tabla 6 contrasta estos dos ambientes. Las condiciones que causan bosques de mangles con características intermedias en las costas este y oeste se discuten más adelante. Sin embargo, al analizarse individualmente, cada manglar puede ser asignado a uno u otro sistema dependiendo de su localización en la costa. En general, los manglares del tipo de la costa norte predominan en la zona-de-vida ("life zone") subtropical húmeda (71) mientras que aquellos del tipo de la costa sur se encuentran en la zona-de vida subtropical seca. La Figura 10 ilustra estas zonas-de-vida además de los manglares y en la Figura 28 se resume la climatología de las regiones costeras de la Isla. La delimitación de las costas húmedas y secas es bastante obvia. Debe notarse además los periodos de sequía extrema que ocurren en ciertas áreas de la costa sur (e.g. Ensenada, Mona, Vieques). Cintrón et al. (1976) han demostrado que estos periodos de sequía son de extrema importancia para la estructura del manglar. Durante estas sequías la salinidad del terreno aumenta lo suficiente como para matar los árboles y frenar el crecimiento y desarrollo de los mangles que colonizan los terrenos hipersalinos. Se

puede apreciar la importancia de la climatología de la costa sur como el determinante principal de la estructura y función de los manglares de esa costa al observar que parece que la misma está sujeta a ciclos de sequías que se extienden por varios años (Figura 29).

Otros factores que requieren atención son el tamaño y la geomorfología de la cuenca y el tipo de conección hidrográfica entre los manglares y el mar. Por ejemplo, los manglares del tipo de la costa sur pueden estar casi totalmente aislados de tierra con respecto al agua fresca e influjo de nutrientes como resultado de la ausencia general de ríos que fluyan hacia manglares en esa costa. Durante periodos de lluvias fuertes o huracanes ocurren conecciones en la tierra en gran intensidad. Así, estos manglares dependen grandemente de su contacto o conección contínua con el agua de mar como fuente de nùtrientes y agua.

Los manglares del tipo de la costa norte están más conectados al sistema hidrológico terrestre. Por esta razón, el tamaño de la cuenca y los tipos de "influjos" de sedimentos, agua y nutrientes que alcanzan al manglar a través del flujo de los ríos se vuelven muy importantes para entender la dinámica de estos sistemas. Para manglares a lo largo de las regiones kársticas de la costa norte (Carrizales, Hatillo, Isabela) la escorrentía pluvial es menos importante que la descarga en la vecindad

del acuífero pero para manglares en las áreas de Fajardo y Piñones-Torrecilla-Vacía Talega la escorrentía terrestre (pluvial) es esencial para su vigor y sobrevivencia. Las variaciones observadas de la calidad y cantidad de influjos de escorrentía pluvial a los manglares causan diferencias sutiles en su estructura y función. Muchas de estas diferencias quedan por ser investigadas pero requieren cuidadosa atención. Conecciones con el mar, aunque sean indirectas, son vitales para el mantenimiento de las condiciones salinas del terreno en regiones de gran escorrentía pluvial.

2. REGION I - Norte-Central

Esta región se extiende desde el Río Grande de Arecibo hasta el Río Grande de Bayamón en Ensenada Boca Vieja. Las 474 hectáreas de mangle en la región (7.2% de los manglares de Puerto Rico) están representadas por nueve manglares individuales divididos en mangles de cuenca y ribereños (Tabla 6). Estos manglares están localizados detrás de dunas de arena y próximos a cuerpos de agua dulce con extensos pantanos de agua dulce creciendo detrás de ellos (Figura 30). El clima de la región es húmedo pero sus efectos en el crecimiento de los mangles es modificado por la naturaleza de la escorrentía que llega hasta ellos. Los ríos en la región pasan por la zona kárstica cuyas características geológicas modifican la intensidad y la calidad de la escorrentía del río. Ocurre una gran cantidad de recarga subterránea, lo que ocasiona que el acuífero de esta región sea prolífico (178). Los ríos con poca carga sedimentológica y los manantiales de agua dulce son comunes en las regiones bajas. Estas condiciones explican la abundancia de pantanos de agua dulce y de lagunas costaneras (de agua dulce) alimentadas por manantiales como la Laguna Tortuguero. Al carecer del flujo y reflujo de las mareas y de insumos altos de sedimentos y nutrientes, la estructura de estos manglares no se desarrolla tanto como lo hace en otras regiones de la Isla.

Durante periodos de lluvias fuertes, las inundaciones caracterizan las planicies inundables de la región

y la vida humana y bienes son puestos en peligro (176). En estas situaciones los manglares y pantanos de agua dulce de la región se vuelven importantes bienes para el hombre debido a su capacidad amortiguadora y protectora. De la misma forma, durante periodos de tormenta las mareas anormalmente altas y el oleaje fuerte asociado a las tormentas son responsables por la intrusión de agua salada más allá de la línea de dunas que normalmente protegen la costa (74) y los manglares vuelven a ser importantes agentes amortiguadores y protectores de la vida humana y la propiedad. El complejo natural formado por dunas, ríos, pantanos de agua dulce y manglares también es importante como refugio de vida silvestre en una región que está casi desprovista de áreas de sistemas naturales. Por ejemplo, en el cuadrángulo topográfico de Arecibo del USGS*solamente hay uno de estos complejos naturales de amortiguamiento; en el cuadrángulo de Barceloneta, dos; en el de Manatí y el de Vega Baja, uno; y tres en el de Bayamón que tiene la mayor densidad poblacional.

Por las tres razones citadas anteriormente, los manglares de esta región se recomiendan para dos usos principales: como amortiguadores y protectores de la vida humana y la propiedad de catástrofes naturales y como refugios de vida silvestre en una región donde los eventos climatológicos y la ausencia de cualquier otro tipo de recursos naturales ponen en peligro tanto la vida humana como la silvestre.

*United States Geological Survey

3. REGION II - Noreste

Esta región se extiende desde Boca de Cangrejos hasta Punta Mata Redonda en Fajardo. Hay 2,021 hectáreas de mangles en esta región (31.1% del total de Puerto Rico) incluyendo uno de los manglares más grandes y mejor desarrollado estructuralmente de la Isla: el manglar de Piñones-Torrecilla-Vacía Talega (Tabla 8). La región en su totalidad está situada en la base de las cuencas de mayor precipitación y recibe por lo tanto, una cantidad suficiente de agua dulce, sedimentos y nutrientes. No es sorprendente que aquí encontremos los mangles más altos y productivos de la Isla. .Esta región también se caracteriza por la alta densidad poblacional y las intensas presiones existentes para su desarrollo. Los manglares de esta región han sido estudiados por Candelas y sus asociados, por el Instituto de Dasanomía Tropical y por el Departamento de Recursos Naturales. Candelas et al. (1968) describieron la alta tasa de exportación orgánica del manglar de Piñones-Torrecilla-Vacía Talega) hacia las aguas marinas de Boca de Cangrejos. Medidas más extensas fueron efectuadas por Ellis y Gómez (1975). Candelas et al. (1968) también midieron la productividad de lagunas estuarinas dentro de los manglares y reportaron más respiración que fotosíntesis. El balance negativo de carbón debe ser compensado por importaciones orgánicas alóctonas desde el manglar. Pool et al. (1975) reportaron tasas muy altas de producción de hojarasca en este bosque (Figura 12) y encontraron que

la producción de hojarasca seguía los patrones de lluvia. Cálculos hechos por Lugo (151) sugieren que la alta producción de hojarasca dentro del manglar acoplada al baño periódico del manglar por las escorrentías pluviales son responsables por mantener la respiración alta de estas lagunas. Erdman (161) y Vila y González (1975) documentaron el importante papel de las lagunas de los manglares como criaderos de peces marinos que migran hacia ellas durante las etapas juveniles de sus ciclos de vida. Cintrón y Cham (1975) describieron los cambios estacionales de los nutrientes, la clorofila, los sedimentos suspendidos, la salinidad y el oxígeno disuelto en estas lagunas. Las fuertes lluvias estacionales inician cambios que causan alteraciones metabólicas dentro de las lagunas. Después de las lluvias las lagunas vuelven a ser transparentes, menos salinas y exportan todos sus nutrientes y organismos planctónicos. La recuperación puede tardar meses dependiendo de la intensidad de las lluvias. Dentro del manglar las salinidades del terreno sufren muy poco cambio (132) pero la salinidad del agua superficial fluctúa grandemente (114). El trabajo de Ellis y Gómez (1975) confirmó estudios anteriores hechos por la J.C.A.* (1972) y por Lugo y Cintrón (1975) que sugerían que estos sistemas eran muy sensitivos a los dragados. La calidad del agua empeoró con dragados a profundidades mayores de dos metros.

*Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental

Wadsworth (1959) y Holdridge (1940, 1941) describieron el alto potencial de producción de madera y carbón de los mangles (particularmente el mangle blanco) en esta región. Gran actividad de pesca y talado en/y alrededor de estos bosques proveen evidencia de este potencial así como de su accesibilidad. La presión para desarrollarlos turísticamente es testimonio de la belleza del complejo natural de playas, cocales, lagunas, pantanos de agua dulce, ríos y manglares del área. La proximidad al bosque pluvial del Yunque y a la playa de Luquillo, las dos atracciones turísticas más importantes de Puerto Rico, aceleran aún más los incentivos para el desarrollo de esta región costanera. Sin embargo la región está sujeta a los mismos peligros de inundaciones por ríos y por marejadas a que está la Región I. En esta región del noreste las inundaciones causadas por los ríos son más extensas y contienen mayor carga de sedimentos.

De la información disponible está claro que los manglares de la Región II son los más productivos de la Isla y que están sujetos a una intensa interferencia humana. La localización de estos bosques respecto al mar y la escorrentía de tierras altas hacen que este sistema sea muy sensible y sensitivo a la interferencia humana.

El uso recomendado para esta región debe seguir las necesidades del turismo en Puerto Rico. Sin embargo, esto no significa necesariamente la destrucción de los manglares.

De hecho su destrucción para la construcción de complejos turísticos es una visión a corto plazo del crecimiento futuro y las alternativas de desarrollo que ofrece la región. Si son manejados adecuadamente, los bosques de mangles de la Región II deberían constituir valiosos bienes para la industria turística de la Isla. Además estos bosques pueden proveer grandes beneficios indirectos como contribuir a mejorar la calidad del ambiente y otros beneficios directos como la producción de madera y la pesca. Los turistas deben ser atraídos hacia viajes guiados a través de los canales bordeados de mangles en botes movidos por motores de pocos caballos de fuerza. Estos viajes proveen una sensación de aventura y exploración a través de uno de los sistemas tropicales más exóticos y que dificilmente podría ser igualado por otro sistema tropical. Weaver (1974) desarrolló el plan de uso de terreno más comprensivo para la región del manglar de Piñones-Torrecilla-Vacía Talega y este plan puede servir como ejemplo para el manejo de otros manglares en la región. Wadsworth, compareciendo ante las vistas públicas de la J.C.A. sobre el propuesto desarrollo turístico para el área de Vacía Talega (1974) discutió un plan masivo de recreación-educación para el mismo bosque que es el mejor que hasta ahora se ha propuesto.

4. REGION III - Este

Esta región se extiende desde Punta Mata Redonda hasta Punta Patillas y contiene 1,284 hectáreas de mangles (19.7% del total de mangles de la Isla) que están distribuídas en nueve manglares (Tabla 9). Los tipos de manglares que encontramos aquí van desde manglares de borde hasta manglares ribereños y de cuenca. Esta región pertenece a dos zonas-de-vida: subtropical húmeda y subtropical seca (71). La costa este recibe los vientos alíseos y tiene áreas de regímenes altos de energía y oleaje y otras de baja energía que están protegidas por bahías grandes. Un canal con corrientes fuertes y veloces une al Océano Atlántico al norte con el Mar Caribe al sur. Tierra adentro, la topografía es bastante inclinada con colinas de 100 metros extendiéndose hasta casi la misma costa. Los ríos y riachuelos son abundantes y se abren paso a través de valles triangulares y estrechos. El uso dominante de la tierra en la región es el cultivo de la caña de azúcar y los canales de riego son abundantes y extensos.

La amplia variedad de condiciones ambientales en esta región ayudan a explicar la diversidad de tipos de manglares que se encuentran en ella así como su interesante zonación y relación con los pantanos de agua dulce. Por ejemplo, se pueden reconocer manglares que son representativos de los tipos de la costa norte y también

de la costa sur así como manglares que son muy similares a aquellos de la zona kárstica en la región norte-central (e.g., el pequeño manglar de Punta Tuna). La mayoría de los manglares de la región este se encuentran en los cuadrángulos de Naguabo y Punta Puerca en áreas que son transicionales entre la zona-de-vida subtropical seca y la subtropical húmeda. El manglar más grande en Puerto Medio Mundo es un representante típico de los manglares del tipo de la costa sur. Crece en contacto directo con el agua de mar, está relativamente aislado de tierra (debido a lo pequeño de su cuenca de drenaje) y está provisto de canales y lagunas internas. Ensenada Honda, el tercer bosque más extenso de la región, tiene características semejantes. Más hacia el sur la cuenca de drenaje de los ríos en esta costa aumenta en tamaño, los ríos traen más agua y escorrentía que pròviene de una zona-de-vida subtropical húmeda y los manglares se desarrollan de forma más parecida a aquellos del tipo de la costa norte. Ejemplos dramáticos lo son los manglares del Río Antón Ruiz, y los del Río Daguao. Aún más hacia el sur el régimen de oleaje se intensifica y se encuentran manglares de cuenca enclavados en tierra y parecidos a aquellos de la región kárstica de la costa norte (Punta Tuna y Punta Viento).

La data disponible para estos manglares confirma la variabilidad de los tipos de ecosistemas. Pool et al. (1975) reportaron sobre la producción de hojarasca de un manglar de borde en Ceiba mientras que Vila y González

(1974) y Cintrón y Cham (1975) estudiaron la laguna bordeada por estos mangles. No había descarga directa de escorrentía de ríos en el área. Estos estudios demostraron que este ecosistema mosaico se comporta como los manglares del tipo de la costa sur al exhibir una producción de hojarasca menor que los manglares del tipo de la costa norte y por unas condiciones más estables en la laguna. También encontraron que la fauna de la laguna tenía afinidades mayores con la fauna marina que la fauna de las lagunas de los manglares de la costa norte en donde la fauna tiene más afinidad con la fauna típica de los estuarios. Patterson (1975) estudió los manglares del Río Daguao al sur de Ceiba y encontró que estos manglares se comportaban como los bosques de la costa norte. Encontró que las tasas de producción de hojarasca y los índices de desarrollo estructural eran mayorès que aquellos reportados por Pool et al. (1975) para los manglares de borde de Ceiba.

La zonación entre los manglares y los pantanos de Pteroçarpus representa un problema interesante respecto a la relación de los manglares con las salinidades del terreno. Lugo (1975) discutió el mito de los manglares de agua dulce en Puerto Rico. Sin embargo, en esta costa hay varios manglares que están rodeados por pantanos de Pterocarpus (e.g. Punta Candelero y Río Antón Ruíz).

Los bosques o pantanos de Pterocarpus de Puerto Rico han sido sistemáticamente destruídos por el desarrollo agrícola y urbano. Hoy el pantano de Pterocarpus más

grande se encuentra cerca de Humacao. En el pasado, sin embargo, eran más extensos y se encontraban en asociación con los manglares de la costa norte. Generalmente crecían hacia dentro alejándose de los terrenos salados del manglar (76). El manglar de Piñones-Torrecilla-Vacía Talega por ejemplo, tiene una zona de Pterocarpus creciendo detrás de los mangles. Otros manglares de la costa norte ahora tienen pantanos de agua dulce en vez de pantanos de Pterocarpus (Figura 30). La formación de Pterocarpus también constituye un componente normal de manglares en otras partes del mundo. Por ejemplo, Pool et. al. describieron un bosque de mangles sumamente complejo en Costa Rica en donde Pterocarpus era el árbol dominante y los mangles rojo, blanco y negro, especies subordinadas. El bosque era de tipo ribereño y recibía una gran cantidad de influjos de agua fresca de un extenso sistema de drenaje de las tierras altas. Parece pues que en áreas costeras con un alto flujo de agua fresca, las salinidades del terreno permanecen lo suficientemente bajas como para permitir el desarrollo estructural más complejo y permanente de un bosque (pantano) de Pterocarpus sobre los pantanos menos complejos y permanentes de yerbas, juncos y eneas. La pendiente inclinada de las colinas y la alta precipitación orográfica podrían ser responsables por las abundantes fuentes de agua fresca que favorecen estas extensas formaciones de Pterocarpus en esta región costanera (III) de Puerto Rico. Pero a la misma vez, la

La proximidad al mar y las lenguas de agua salada que corren río arriba bajo el agua fresca (114) son responsables por el mantenimiento de bosques de mangles tierra adentro. Salinidades de hasta 11 0/00 en bosques de mangle localizados detrás de bosques de Pterocarpus han sido medidas (Cintrón y Lugo, sin publicar). Obviamente la formación de Pterocarpus debe tener alguna resistencia al agua salada. También es posible que los suelos del manglar retengan el agua salada por más tiempo que los suelps de bosques de Pterocarpus. Así, por falta de data e investigaciones, los factores causales para estas relaciones y zonificaciones en esta región continúan ignorados pero la ocurrencia estacional de condiciones de agua fresca y salada en los suelos es algo que ciertamente debe ser investigado.

En resumen los manglares de esta III región (este) representan agrupaciones únicas de especies y tipos de bosques. Estos ecosistemas se encuentran entre los mayores en Puerto Rico que aún mantienen su zona de Pterocarpus detrás y alrededor del bosque de mangles y en los del área de Ceiba se encuentran los menos alterados de la Isla. Además, esta es una región agrícola donde una escorrentía agrícola excesiva eutrofica las agua superficiales. Los manglares de esta región también mantienen una pesca y caza de cangrejos abundante. El manejo de estos manglares debería estar orientado

hacia lograr el máximo de estos servicios para la región. Estos servicios son la extracción de nutrientes de aguas ricas en nutrientes y su transformación a productos útiles como jueyes, peces, recreación y aguas más limpias. El valor turístico y recreativo de un bosque de Pterocarpus ya ha sido explotado por Palmas del Mar, un complejo turístico de esta región. El gobierno puede tener el mismo éxito con aquellos manglares que controla y posee.

5. Región IV- Sur-Central

Esta región costanera se extiende desde el Puerto de Patillas hasta la Bahía de Tallaboa y contine 936 ha. de mangles para un 14.4% del área total de mangles en Puerto Rico. La mayor parte de los manglares de esta región son manglares de borde creciendo en contacto directo con el agua de mar (Figura 31, Tabla 10). Además de estos bosques la región contiene numerosos islotes y cayos con manglares que exhiben la zonación completa de un manglar. En áreas planas bañadas por las mareas y el oleaje se pueden encontrar zonas con mangle blanco y negro y una zona con mangle negro enano en las áreas de hipersalinidad del terreno.

Todos los manglares de esta costa son típicos del tipo de la costa sur. Estos manglares están casi totalmente aislados de la escorrentía terrestre y pueden tolerar desarrollos humanos extensos detrás de ellos. Sin embargo, en el área de Aguirre, donde hallamos el complejo más extenso de la región (cerca de 500 ha.) ciertos desarrollos no sólo han eliminado grandes áreas de mangle sino que además han impedido una circulación apropiada de las aguas marinas causando así la muerte de muchos árboles más. Cintrón et al. (1976) han hecho extensos estudios de estos manglares y demostraron que una considerable mortalidad natural es causada por la hipersalinidad del terreno. Se debe pues, ser cauteloso al evaluar la salud de estos bosques y al determinar el

posible impacto ambiental de una actividad humana. La mortalidad causada por una hipersalinidad del terreno producto de fenómenos naturales es parte del crecimient cíclico y del patrón de deterioro normal de un manglar y no debe ser confundida con mortalidades causadas por disturbios humanos. Las principales causas de mortalidad de mangles consecuencia de disturbios humanos en esta región son: los derrames de petróleo, talado, con taminación de las aguas marinas, depósitos de desperdicios sólidos y la alteración de los patrones de circulación del agua de mar.

Ante la propuesta construcción de una planta nuclea generatriz de energía eléctrica en Aguirre, el entonces Centro Nuclear de Puerto Rico en Mayaguez llevó a cabo una serie de estudios sobre la ecología de los manglare en la Bahía de Jobos y la de Guayanilla. Lugo y Sneada (1974) reportaron que los mangles bajo presión termal en Guayanilla tienen hojas más pequeñas que las de mangles usados como control. Esto luego fue confirmado po Canoy (1975) quien también reportó raíces de sostén en mayor cantidad y de mayor largo bajo iguales condicione de presión termal. Sieglie (1972) y Martin (1973) hallaron diversidades reducidas de microbentos y de peces respectivamente, con el aumento de presiones termales. Canoy (1975) documentó reducciones en la diversidad de organismos creciendo en las raíces del mangle rojo y Schroeder (1974) documentó la mortalidad de praderas

de Thalassia a temperaturas sobre 35°C.

Tomados colectivamente los resultados mencionados arriba ilustran la sensitividad de todos los componentes del ecosistema de mangles a las presiones termales. Todos los índices mostraron efectos negativos con un aumento de la temperatura del agua. Sin embargo, presiones de este tipo, aunque detrimentales al sistema y su productividad no ocasionan completamente la muerte del árbol de mangle. Más bien estas presiones causan estancamientos, y otros ajustes morfológicos cuyos resultados son un manglar pobremente desarrollado y desprovisto de su diversidad y vigor estructural. En cierta forma es afortunado para el hombre que sea así pues esto le provee cierto margen para el uso de los manglares para disipar calor y asegurar además alguna cobertura vegetal para la protección de las costas. Es de esperar que estos sistemas ya bajo presión no puedan tolerar ningún tipo de presión adicional.

En contraste con la contaminación termal, ha sido demostrado que la contaminación de petróleo ocasiona la muerte de los árboles de mangle. Lugo y Cintrón (1975) reportaron algunos resultados iniciales sobre el particular y observaciones subsiguientes por parte de ambos confirmaron una mortalidad total de mangles en un área de un manglar donde había penetrado petróleo crudo de un derrame.

Otros estudios efectuados en esta región incluyen la descripción de los manglares de la Bahía de Jobos (128) el trabajo de Cintrón et. al. (1976) que se discute más adelante y estudios sobre el intercambio de gases y el índice del área de hojas hechos por Canoy (1975). Este último estudio es sin embargo de valor cuestionable debido a dificultades técnicas en las medidas de intercambio de pases y a los altos valores del índice del área de hojas que fueron usados (6.9 - 8.4). Estos valores fueron obviamente tomados en el borde de bosque que dá hacia el agua donde el marglar exhibe una cubierta característica de la cercanía al agua Esta pared sólida de hojas no es la condición usual del manglar y por lo tanto se sobre-estima el área de hojas. Pool et. al. (1975) reportaron índices de áreas de hojas (IAH) para manglares en Puerto Rico y Florida y sus valores, tomados dentro del bosque en lotes escogidos al azar, no excedieron 4 para el mangle rojo. Golley et al. (1962) por otro lado encontraron un IAH de 4.4 en un manglar similar a pocos kilómetros al oeste del estudiado por Canoy (1975).

Típico de los manglares de la costa sur son las salinas o áreas de tierra-abierta y suelos hipersalinos que se forman detrás de la franja de mangles (Figura 31) Estas salinas son usadas para depositar desperdicios sólidos pero no deben considerarse tierras baldías porque son parte de los manglares y porque serían re-

colonizadas después de un periodo de lluvias intenso o de un huracán. Cualquiera de estos eventos reduce la hipersalinidad del terreno al diluir las sales concentradas.

Los manglares de borde de la costa sur son parte de un complejo de ecosistemas naturales que incluye arrecifes de coral, praderas de Thalassia y aguas oceánicas. Este complejo sirvió de base para una extensa actividad pesquera en tiempos históricos pasados. Con el desarrollo,industrial, sin embargo, la actividad pesquera prácticamente ha desaparecido tanto por la destrucción de los ecosistemas naturales como por la forzosa relocalización de los pescadores. Aldeas pesqueras completas, como Las Mareas, han sido mudadas y relocalizadas por la industrialización de la región. La pérdida del complejo regional se ha debido a causas directas como dragados, rellenos, talados, y el uso de explosivos y por los efectos indirectos de la contaminación química y termal de las aguas marinas.

Los manglares de la región se recobrarían de todas estas presiones si se permitiera el re-establecimiento de la circulación natural de las aguas marinas y si la calidad de estas aguas se mantiene en buen estado. Un manglar de importancia que podría recuperarse si se le provee la oportunidad es el complejo de Las Mareas - Bahía de Jobos y Mar Negro. Con la suficiente circulación

de agua de mar, estos manglares podrían crecer aunque lo hicieran con una tasa de productividad más baja. La restauración de estas zonas de mangle debe ser el principal objetivo del manejo de manglares en esta región costanera. El hombre se beneficiaría al obtener mayor protección para las costas, vistas escénicas, amortiguamiento de la contaminación química y termal del área y el posible reestablecimiento de pesquerías pérdidas. Además, muchos opinamos que el bosque original de esta región de Las Mareas, Bahía de Jobos y Mar Negro, tenía la mayor variedad de subsistemas (canales, manglares, lagunas, salinas, cayos, islotes, etc) lo cual la hacia un área de incalculable valor para el desarrollo recreacional.

6. REGION V - Sur Oeste

Esta región se extiende desde la Bahía de Tallaboa hasta Puerto Real y contiene 998 ha. de mangles para un 15.3% del total de manglares en Puerto Rico. En su mayoría estos manglares son del tipo de borde y "over-wash" (Tabla 11). Hacia la parte occidental de la región se encuentran algunos manglares de cuenca. Esta región es también típica del tipo de la costa sur y es la más seca de todas las regiones costaneras de la Isla de Puerto Rico (Figura 28). La presencia de cuerpos de agua dulce es prácticamente inexistente y los manglares están completamente aislados de sistemas terrestres. Durante periodos de tormentas y huracanes, sin embargo, reciben cantidades significativas de agua dulce. Los manglares de esta región, además, se encuentran entre los menos afectados por el hombre y esto se debe a dos factores principales; a que están en manos del gobierno y a que la densidad poblacional en la región es muy baja. El Bosque Estatal de Boquerón y la región de La Parguera son las áreas con mayor extensión de mangles dentro de la región suroeste. Los manglares de La Parguera han sido extensamente estudiados por el Departamento de Ciencias Marinas y su estación biológica de La Parguera.

Descripciones de los manglares de la región suroeste han sido dadas por Golley et al. (1962), Margalef (1962) y Cintrón et al. (1976) y Kolehmainen y Hildner (1975). El trabajo de Golley et al. (1962) es ampliamente citado

por su medida de la productividad por intercambio de ga ses. Los autores encontraron una productividad bruta d 8.2 gC/m^2. día. Este valor aplica a manglares de borde en su totalidad compuestos por el mangle rojo y puede ser mucho más alto o más bajo dependiendo del tipo de manglar estudiado. Lugo y Snedaker (1974) reportaron productividad primaria bruta en manglares desde 1.4 has ta 13.9 gC/m^2. día para manglares tipo enano y ribereño respectivamente. Además de sus estudios de productivid Golley et al. (1962) reportaron sobre la biomasa y la zonación de animales en el manglar de borde que ellos estudiaron. Margalef (1962) proveyó un perfil idealiza de la fisiognomía del complejo costanero de mangles incluyendo las praderas de Thalassia y los arrecifes de coral y también discutió la distribución de los animales en las diferentes zonas. La estructura, zonación y sucesión de los islotes de mangle ("overwash type") y de los islotes hipersalinos fueron descritas en detalle por Cintrón et al. (1976). La Figura 15 muestra algunas vistas de estos islotes.

Kolehmainen y Hildner (1975) también presentaron perfiles idealizados de tres condiciones bajo las cuales encontramos mangles en esta región: con una laguna, con una playa y con islas de coral. Los autores sugieren que un manglar plenamente desarrollado en esta región mostrará ocho zonas. La Tabla 12 resume estas zonas y la diversidad faunística dentro de cada una. También

reportaron sobre la biomasa animal en estas zonas. Kolehmainen y Hildner (1975) y Golley et al. (1962) estudiaron además la calidad del agua dentro de estos bosques. La salinidad de la superficie del agua y la del terreno se reportó en detalle por Lugo y Cintrón (1975) y Cintrón et al. (1976).

La famosa Bahía Fosforescente pertenece al complejo estuarino de La Parguera. La pesca todavía es una actividad importante en esta área. Austin y Austin (1971) lograron identificar una relación entre los manglares y la dieta de los peces de esta región. Además esta región es también una de las mejores de la Isla para el cultivo de ostras en las raíces del mangle rojo (122). El atractivo que el área ofrece para el turismo y la recreación ha estimulado la construcción de casas de veraneo y de fin de semana (segundas viviendas). También ha sido considerada el área para la localización de un gran complejo industrial. Irrespectivo de los usos que se le dé a la tierra detrás de los manglares, éstos junto con los arrecifes de coral asociados a ellos y con las praderas de Thalassia continuarán funcionando y aportando al disfrute de la región por el hombre. Sin embargo, algunos atributos básicos de la región deben ser protegidos: mantener la razón natural de flujo y reflujo de agua salada en los manglares; prevenir absolutamente la contaminación del agua de mar (particularmente la sedimentación, sustancias químicas exóticas y contaminación termal); y reducir al mínimo el talado de mangles. Ya existen ejemplos donde

algunas de estas acciones han perjudicado al bosque de mangle y eliminado los servicios gratuitos que éste prestaba al hombre. Por ejemplo, la construcción del Refugio de Aves de Boquerón alteró el flujo de agua salada hacia el bosque de mangle negro ocasionando esto su muerte y sustitución por un pantano de eneas; la contaminación excesiva en algunos lugares del Bosque Estatal de Boquerón ha afectado la producción de ostras en las raíces del mangle rojo (Watters, comunicación personal); derrames de petróleo en las áreas de Puerto Real y en Bahía Sucia han eliminado todos los árboles en aquella parte del bosque donde penetró el petróleo (Cintrón, comunicación personal). En ninguna otra región de Puerto Rico existe una mejor oportunidad para llevar a cabo esquemas de desarrollo urbano imaginativo y que incluya la conservación de los manglares. Si se hace correctamente, los usos de pesca, recreación, investigación científica, protección ambiental y de las costas pueden co-existir fácilmente con los de vivienda, turismo y cierto tipo de industria.

7. REGION VI - Oeste

Esta región se extiende desde Puerto Real hasta Barrio Espinar en Aguadilla. Las 207 ha. de mangle de la región se distribuyen en cuatro manglares. Estos son similares a los manglares del tipo de la costa norte y son de los tipos ribereños, de borde y de cuenca (Tabla 13). El mayor de los cuatro, Caño Corazones, es un típico bosque ribereño que se extiende hasta formar un manglar de cuenca dominado por mangle blanco y negro haciéndolo muy similar a los bosques de la costa norte. La Laguna Joyuda también posee propiedades similares a las lagunas que encontramos en esa costa. Es una laguna llana rodeada en sus bordes con mangle rojo pero con la diferencia de que no recibe tanta descarga de agua dulce pareciéndose en esto último más a las lagunas de la costa sur. Al igual que muchas otras lagunas bordeadas de mangle en Puerto Rico (Tabla 14) Laguna Joyuda es bioluminiscente y mantiene una gran actividad pesquera (35).

La localización de estos cuatro bosques de mangle es lo que los hace únicos; entre ellos sólo representan el 3.1% del área total de manglares en Puerto Rico. Sin embargo, Caño Corazones, Joyuda y Caño Boquilla mantienen una intensa actividad pesquera. El manglar de Caño Corazones le provee además alguna protección contra inundaciones a los proyectos residenciales detrás de él y la bioluminiscencia de la Laguna Joyuda obviamente posee un gran potencial turístico. En la sección norte de la costa oeste no hay manglares pues el regimen de oleaje es muy fuerte para permitir su asentamiento.

7. REGION VI - Oeste

Esta región se extiende desde Puerto Real hasta Barrio Espinar en Aguadilla. Las 207 ha. de mangle de la región se distribuyen en cuatro manglares. Estos son similares a los manglares del tipo de la costa norte y son de los tipos ribereños, de borde y de cuenca (Tabla 13). El mayor de los cuatro, Caño Corazones, es un típico bosque ribereño que se extiende hasta formar un manglar de cuenca dominado por mangle blanco y negro haciéndolo muy similar a los bosques de la costa norte. La Laguna Joyuda también posee propiedades similares a las lagunas que encontramos en esa costa. Es una laguna llana rodeada en sus bordes con mangle rojo pero con la diferencia de que no recibe tanta descarga de agua dulce pareciéndose en esto último más a las lagunas de la costa sur. Al igual que muchas otras lagunas bordeadas de mangle en Puerto Rico (Tabla 14) Laguna Joyuda es bioluminiscente y mantiene una gran actividad pesquera (35).

La localización de estos cuatro bosques de mangle es lo que los hace únicos; entre ellos sólo representan el 3.1% del área total de manglares en Puerto Rico. Sin embargo, Caño Corazones, Joyuda y Caño Boquilla mantienen una intensa actividad pesquera. El manglar de Caño Corazones le provee además alguna protección contra inundaciones a los proyectos residenciales detrás de él y la bioluminiscencia de la Laguna Joyuda obviamente posee un gran potencial turístico. En la sección norte de la costa oeste no hay manglares pues el regimen de oleaje es muy fuerte para permitir su asentamiento.

8. REGION VII - Costa Noroeste

Esta región se extiende desde el Barrio Espinar en Aguadilla hasta el Río Grande de Arecibo. Es la región que menos mangles tiene; sólo cuatro pequeños bosques tipo de cuenca para un área total de 48.21 ha. (Tabla 15). Esta área representa tan sólo 0.7% del área total de manglares para Puerto Rico. Al igual que en la región oeste, el valor principal de estos bosques radica en su escasez. Aunque estos manglares están en la costa norte, no reciben una cantidad significativa de escorrentía pluvial y en este sentido son similares a los de la costa sur. Además, también se encuentran físicamente aislados del mar ya que se encuentran entre las mayores dunas de la Isla y los acantilados de arenizca (sandstone) que hay en esta región. El agua de mar les llega subterráneamente por percolación a través de las dunas y ocasionalmente durante periodos de tormentas cuando el mar logra rebasar la altura de las dunas. Lugo y Cintrón (1975) reportaron salinidades de 33 0/00 para el bosque de Carrizales. El impacto regional de estos manglares en la pesquería es probablemente insignificante. El valor principal de estos manglares radica en que protegen las tierras costaneras en tiempos de tormentas (74) y en que forman parte de un paisaje espectacular (playas rocosas de mucho oleaje, dunas de arena, acantilados, mogotes y manglares) con gran potencial turístico.

La Compañía de Fomento Turístico ya tiene planes desarrollados para una carretera escénica por el área. Los manglares, las altas dunas de arena, las costas rocosas con sus acantilados y el fuerte oleaje rompiendo en ellas proveen unas vistas que los turistas ciertamente disfrutarán.

9. REGION VIII - Islas Limítrofes

Las islas limítrofes de Puerto Rico incluyen entre otras menores, a Mona, Vieques y Culebra. En conjunto estas islas tienen 252 ha. de mangles o un 3.8% del área total de manglares de Puerto Rico. Los manglares tipo de borde, de cuenca, "islote" y enano están representados en ellas (Tabla 16). Todos estos manglares son típicos del tipo de la costa sur porque la mayoría de las islas pertenecen a la zona de vida subtropical seca en la cual la evaporación es alta y la precipitación baja. Danford (1935-1937) estudió las aves de estas islas pero el principal trabajo sobre los manglares de las islas es el de Cintrón et al. (1976) donde los autores describieron la estructura de los manglares de Culebra y de Mona. Esta última representa una situación única y será tratada por separado.

El manglar de Mona es pequeño, una (1) hectárea y está dominado por mangle rojo, dista unos cien metros del mar y no tiene conecciones obvias con éste. Es un manglar de cuenca en términos de la topografía y los mangles rojos alcanzan 18m. de altura haciéndolo el manglar más alto de todos los del tipo de la costa sur. La explicación para este vigor fue dada por Cintrón et al. (1976) quienes encontraron que el manglar crecía sobre una región que acumulaba agua dulce de los acantilados cercanos y además recibía agua salada filtrada subterráneamente bajo las dunas de arena de 4m. que lo separan del mar. La dilución del agua de mar por el agua dulce reduce las salinidades del terreno

a alrededor de 5 0/00. Esta baja salinidad explica el vigor de crecimiento del mangle rojo.

El clima seco de las islas limítrofes en el este de Puerto Rico limita el desarrollo estructural de los manglares en ellas. Sin embargo aún aquí se desarrollan dos tipos de manglares respectivamente en las costas norte y sur. La situación es análoga a aquella en la Isla de Puerto Rico pero con ciertas limitaciones derivadas de la climatología tan uniforme de la región. Así pues, en las costas de Vieques y Culebra que reciben de frente los vientos aliseos, los manglares crecen detrás de la protección de dunas de arena y son del tipo de cuenca parecidos a muchos de los de la costa norte de la isla principal. La conección con el mar es sólo aparente durante periodos de tormenta. Los mangles blanco y negro predominan en estas costas lo que suguiere un nivel freático de agua bastante profundo. En las costas protegidas de las islas, los manglares crecen en contacto directo con el agua de mar y forman el típico bosque de borde de mangle rojo. Hacia la parte de atrás de estos manglares de borde el flujo y reflujo del agua de mar no es posible y las salinidades aumentan causando una zonación característica de los mangles. Eventualmente se forman salinas en estas regiones y se puede observar la mortalidad de muchos mangles (Figura 32). Una intensa actividad pesquera en las costas de estas islas depende de la productividad de estos sistemas de mangle. En áreas

como Ensenada Honda, Culebra, el manglar es bastante extenso y también lo es la productividad de la pesca.

Los manglares de estas islas son partes esenciales de los sistemas de sobrevivencia de las poblaciones humanas que las habitan pues gran parte de éstas dependen en gran medida de la productividad natural. Como ha ocurrido una sobrepesca en las islas, cualquier reducción de productividad primaria sólo servirá para agravar los problemas que se están desarrollando en este sector económico. En la Isla Mona, como en otras islas pequeñas, los manglares representan una parte de una flora única y diversa que merece protección por su sensibilidad a las presiones ambientales.

La política de manejo recomendada en estas islas para los manglares es la completa protección de éstos de cualquier interferencia posible por parte del hombre. En áreas como Culebra y Vieques donde la actividad humana es bastante se deben tomar precauciones especiales para proteger el agua oceánica de la contaminación de petróleo. Estas son aguas oligotróficas cuya transparencia es crítica a su productividad y como el hombre depende de esta productividad debería mantener condiciones óptimas para su desarrollo contínuo.

10. A.M.S.J. (Area Metropolitana de San Juan)

Los manglares de esta zona se extienden por 274 ha. equivalentes a 4.2% del área total de manglares de Puerto Rico. Sin embargo, antes de ser urbanizada toda esta región era dominada por manglares como lo atestiguan algunos mapas viejos. Hoy los manglares pueden encontrarse en pequeños grupos bordeando los canales, lagunas y arroyos (Tabla 17). Estos canales de agua corren repletos de desperdicios humanos, contaminación industrial y escorrentía urbana. La alta densidad de actividad humana y el área de mangles tan pequeña que queda en aguas donde ninguna otra planta puede crecer hacen de estos manglares de especial importancia para los habitantes de la zona metropolitana. Antes de que esta actividad se desarrollara las lagunas y canales de la bahía de San Juan abundaban con vida marina y peces. Este ha debido ser uno de los complejos de manglares más productivos de toda la Isla ya que se extendía por lo menos hasta Fajardo. Hoy el hombre tiene dificultad en restaurar la calidad química del agua en las vías acuáticas del área metropolitana y no puede utilizarlas para otros propósitos por temor a su salud. Los manglares, sin embargo, podrían ser la solución más rápida y barata para restaurar la calidad del agua. Sólo hay que seguir dos metas para lograrlo: dejar los manglares restantes quietos y no interferir con sus patrones normales de circulación del agua. La naturaleza hará el resto. En áreas como la

Laguna San José, los manglares de borde son la única barrera que protegen las viviendas cercanas de los malos y fuertes olores que se desarrollan en la laguna y del ruido cada día mayor del tráfico aéreo. Además, estos manglares evitan la erosión de las costas de la laguna y su preservación y restauración es imperativa.

LISTA DE

APENDICES

Apéndice 1: Government of Puerto Rico. Office of the Executive Secretary. Administrative Bulletin No. 143 May 28, 1918. 16 pp.

Apéndice 2: Gobierno de Puerto Rico. Legislatura. Resolución Conjunta No. 7 del 13 de mayo de 1927.

Apéndice 3: Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental. Resolución No. 74-21 sobre los manglares y la política pública a implementarse. 9 de octubre de 1974. San Juan, P. R. mimeogr.

GOVERNMENT OF PORTO RICO

OFFICE OF THE EXECUTIVE SECRETARY

SAN JUAN, P.R., May 28, 1918

Administratrative
Bulletin
No. 143

BY THE GOVERNOR OF PORTO RICO

A Proclamation.

Mangroves Swamps Set Apart as Insular Forests.

WHEREAS, Charcoal and firewood are the only fuel being exploited in the Island, and because of their general consumption in homes and in bekehouses where bread is made they may be classified as articles of prime necessity;

WHEREAS, The shortage of coal, its high price and the difficulty to import it from abroad increase daily so that its acquisition may become prohibitory;

WHEREAS, The present circumstances warrant utmost care in the exploitation and consumption of the natural resources of the Island;

WHEREAS, The mangrove swamps described herebelow, as well as all the insular forests, have always been carelessly exploited the trees being pruned and felled before they read their complete development, no care being taken either in their preservation or in the reforestation on the areas denuded by such practices, and,

WHEREAS, The consequence of such practices will be the exhaustion of an important source of wealth which at the present time it is most nessesary to preserve:

PROCLAMATION.

Now, THEREFORE, I, ARTHUR YAGER, Governor of Porto Rico, by virtue of the authority in me vested of the provissions of Section 2 of Act No. 22 entitled "An Act to Provide a forest service in Porto Rico," approved November 22, 1917, do hereby set apart as Insular Forests all the mangroves on the coast of the Island of Porto Rico and adjacent islands, belonging to The People of Porto Rico and described herebelow with expresson of their boundaries and area, and the felling of trees thereon and the taking away of any wood there from for fuel, charcoal burning or for any other purpose is hereby prohibited, exception being made of such parcels of land as may at the present time be under contract or lease entered into by the Commissioner of the Interior, which parcels shall be included in the prohibition herein set forth as their respective contracts on lease shall become expired.

The Commisioner of Agriculture and Labor, pursuant to the Act above referred to, shall establish the necessary rules and regulations for economically putting to use said mangroves and for the best utilization of their products.

The following is a description of the mangrove swamps to which this Proclamation refers:

Location	Denomination and boundaries	Area-acres	Remarks
BAYAMON			
Cataño-----	Mangrove at Punta de Cataño, Ensenada de Pueblo Viejo, Sabana Hoyos, Caño de San Fernando, Santa Catalina, Portuguez, Boca del Río de, Puerto Nuevo, Caña del Seboruco de Rey and Margarita brook. Boundaries. N., San Juan Bay; S., Land of Marcos T. Caneja, Eduardo González Caneja and Suc. Ramos; E. and W., Mangroves.	1,003.61	Demarcated.

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Acres-acres.	Remarks
CABO ROJO: Boquerón	Morrillos de Cabo Rojo. Boundaries: N., the sea and a channel separating them from salt works Fraternidad; S., the Sea of the Antilles and land of the People of Porto Rico; E., the sea and land of The People of Porto Rico ; W., land of The People of Porto Rico.	125.41	
CABO ROJO: Boquerón-Guanajibo Juyua and Puerto Real	Boundaries: The sea and various properties of private individuals.	386.00	
CABO ROJO: Boquerón	Mangrove	150.00	
CAROLINA: Hoyo-Mulas	Mangrove at lagoon Piñones and Caño de Hoyo-mulas. Boundaries: N., Lagoon and Caño de Piñones; S., land of Tomás Subirana; E., land of Loíza Sugar Co.; W., lagoon Piñones and mangroves.	178.71	Demarcated.
CAROLINA: Cangrejos	Mangrove at lagoon Mata Redonda and Caño de San José. Boundaries: N., Laguna de la Torrecilla Caño and Laguna de San José; S., land of Rubert Hnos., Carlota García, Jesús Ramos, Marcos T. Caneja, Central Progreso and Manuel Falú; E., mangrove of The People of Porto Rico;	555.38	Demarcated.

Location	Denomination and boundaries	Area-acres	Remarks
	W.; Laguna and Caño de San José.		
CAROLINA: Cangrejos-----	Mangroves. Boundaries: Plot No. 14 is bounded on the north by Plot No. 3; on the south by Laguna de los Corozos; on the east by Plot No. 3, and on the West by mangroves. Plot No. 13 is bounded on the north and east by Plot No. 2; on the south by Caño de los Suárez; and on the west by Plot No. 9.	117.82	Demarcated. This land is made up of Plots Nos. 13 and 14 of the plans of Congrejos Arriba.
CAROLINA: Torrecilla-----	Mangrove at Laguna Torrecilla & Caño Hoyo-mulas. Boundaries: N., Laguna de Torrecilla and Caño de Piñones; S., Rubert Hnos. E., Caño de Piñones; W., Rubert Hnos. and mangroves.	93.13	Demarcated.
CEIBA: Río Arriba-----	Mangroves Cañuelas and Aguas Claras.	400.00	
CEIBA: Macho----------	Mangroves at Puerto and Playa Machos. Boundaries: N., S. and W., Hacienda Aguas Claras; and E., the sea.	300.00	
CEIBA: Macho----------	Mangroves. Boundaries: N., Hacienda of Juan Bacerril at Fajardo; S., land of Antonio Morales; E., the sea; W., Hacienda Santa María of Mr. José Celis.	119.75	

Location	Denomination and boundaries	Area-acres	Remarks
	W.; Laguna and Caño de San José.		
CAROLINA: Cangrejos-----	Mangroves. Boundaries: Plot No. 14 is bounded on the north by Plot No. 3; on the south by Laguna de los Corozos; on the east by Plot No. 3, and on the West by mangroves. Plot No. 13 is bounded on the north and east by Plot No. 2; on the south by Caño de los Suárez; and on the west by Plot No. 9.	117.82	Demarcated. This land is made up of Plots Nos. 13 and 14 of the plans of Congrejos Arriba.
CAROLINA: Torrecilla----	Mangrove at Laguna Torrecilla & and Caño Hoyo-mulas. Boundaries: N., Laguna de Torrecilla and Caño de Piñones; S., Rubert Hnos. E., Caño de Piñones; W., Rubert Hnos. and mangroves.	93.13	Demarcated.
CEIBA: Río Arriba----	Mangroves Cañuelas and Aguas Claras.	400.00	
CEIBA: Macho---------	Mangroves at Puerto and Playa Machos. Boundaries: N., S. and W., Hacienda Aguas Claras; and E., the sea.	300.00	
CEIBA: Macho---------	Mangroves. Boundaries: N., Hacienda of Juan Bacerril at Fajardo; S., land of Antonio Morales; E., the sea; W., Hacienda Santa María of Mr. José Celis.	119.75	

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Area-acres	Remarks.
CEIBA: Guayacán	Mangroves. Boundaries: N., Hacienda of Mr. Manuel Antonio Veve; S., land of Mr. Sambon and Juan José Soto at Naguabo; E., the sea; W., Hacienda Aguas Claras, land of Trinidad Quiñones, Juan José Soto and Mr. Sambon.	230.00	
CEIBA: Río Arriba	Mangroves, Ensenada Honda.	230.00	
GUAYAMA: Jobos	Mangroves Jobos las Mareas, Caño Grande and Punta Caribe. Boundaries: N., land of Manuel González, Belén Fernández, Hacienda Agueda and Hacienda Rosario of Sucres. de Tomás Cano y Cía., Sucesión Moret, Hacienda Josefa and Hacienda Gregoria of Central Aguirre and Hacienda Cayures of McCormick and Finca Pozuelo; S., Jobos bay, village of Las Marcas and land of Isabel Rivera de Sabater, village of Matrulla, land of Cayetano Rivera, Carlos Navarro, Pedro Díaz, Marcelino Guar, Bautista Vázquez, Guayama Land Improving Co., Sucesión Quirindondo and Finca Pozuelo of Fernanddo Lugo Viña; E., Hacienda Cayures, Suc. Moret y Pozuelo; W., Jobos bay and land of Manuel González.	1,671.79	Demarcated

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Areas acres	Remarks
GUAYANILLA:			
El Puerto----	Mangroves at the harbon and bay. Boundaries: N., property of Lucas P. Valdivieso; E., the same property of Lucas P. Valdivieso, Caño de los Negros and the sea; S. and W., the sea.	560.96	Demarcated
MAYAGUEZ:			
Guanajibo----	Mangrove at Barrio Guanajibo.	101.00	
RÍO GRANDE:			
Zalzar------	Mangrove Miquilla and Boca del Río Grande. Boundaries: N., the sea and land of Roncero; S., land of Roncero and Juan Hernández García; E., land of Suc. Román; W., Boca del Río Grande.	250.00	
RIO PIEDRAS:			
Hato Rey----	Mangrove of San Juan Bay, Caño Martín Peña and part of San José lagoon, Boundaries: N., San Juan Bay, Caño Martín Peña and San José lagoon; S., land of Manuel Falú, M. Campoamor, J. Tinaud, Caubet Riera y Fabián, Guerra y Cobián, Sobrinos de Ezquiaga, and F. Cere-	917.34	Demarcated.

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Areas acres	Remarks
	cedo; E., American Railroad Co., San José lagoon and mangroves; W., Puerto Nuevo River, San Juan Bay land of José García, San Juan-Río Piedras road and land of M. Falú		
SAN GERMAN:			
Parguera	Boundaries: N., S. and E., land of various individuals; W., the sea.	375.00	
SAN JUAN:			
Santurce	Mangrove on the north of the bay, Caño Galo, San Antonio, La Regadera, Don Bartolo, Miraflores, and Martín Peña up to the bridge. Boundaries: N., Caño de San Antonio and land of individuals of barrio Santurce; S., Caño Martín Peña and San Juan Bay; E., Santurce; W., San Juan Bay.	599.62	Demarcated.
YAUCO:	Mangrove Costa de Guánica and harbor.	780.00	
BAYAMON:			
Cataño	Ciénaga de la mar. Boundaries: N., Cataño-Bayamón road; S., Caño de San Fernando; E., Cataño; W., land of successors to Fernández Mascaró and Valdés Cobián.	348.24	Demarcated. Leased to La O. Díaz expiration, July 17, 1921,
CABO ROJO:			
Boquerón	Boquerón mangroves. Boundaries: N., land of widow of La Baume and others of Severiano Ramírez; S., land of Miguel del Toro, José Ramírez, Santiago Fabiani, Antonio Rivera, Félix Rodríguez and Ernesto Cuesta; E., land of Leopoldo	930.71	Demarcated Leased to Am. Railroad Co; March 27, 1921

Location	Denomination and boundaries	Areas acres	Remarks.
	Cabassa and of the widow of Hernández, and Severiano Ramírez; W., land of José Ramírez; Miguel del Toro, Sea of the Antilles and land of widow of La Baume.		
CABO ROJO: Llano Costa	Mangroves Barrancas del molino. Boundaries: N., land of Compañia Salinera de Puerto Rico, Severiano Ramírez, and Casto Silva; S., Bahía Sucia; E., land of Félix Rodríguez; W., land of Compañia Salinera de Puerto Rico.	84.77	Demarcated. Leased to Am. Railroad Co.; expiration, June 5, 1921.
CABO ROJO: Miraderos	Mangroves		
CABO ROJO: Pedernales, Boquerón, Guaniquilla	Mangroves. Boundaries: N., land of Miguel Carlos, Miguel Toro, and Alberto Zambrana; S., Boquerón Bay E., land of Miguel Montalvo, Guigliotti, and Suc. de Vicente Carlos; W., Boquerón Bay and Caño Aguas Blancas.	67.62	Demarcated. Leased to Antonio Fabiani; Expiration March 26, 1922.
CABO ROJO: Guanajibo	Albufera de Joitía, Caño de Doña Isabel, la Llave, Laguna de Guanajibo, Caño de Caimitos, El Fuerte, Piña y Guaniquilla.		
FAJARDO: Cabezas	Boundaries: N. and E., the sea, and land of Presbyter Laza; S., land formerly belonging to Correa, Mateo Suárez, and others; W., the sea and land of Enrique Rivera, Pablo Correa and Etanislao Rosario.	150.00	

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Area-acres	Remarks
FAJARDO: Quebrada Vuelta.	Mangroves Santa Rita, Mata Redonda, and Fortuna.	-------	
FAJARDO: Cabezas---------	Mangroves La Caoba, Laguna, Soroco, and Laguna Grande	150.50	
JUANA DIAZ: Costa----------	Boundaries: N., Hacienda Ursula; S., the sea; E., Hacienda Amelia; W., Ursula.	150.00	
LAJAS: Parguera, Palmarejo.	Boundaries: N., widow of Hernández, Leopoldo Cabassa, Suc. Hernández, Luis Dastas, López Vidal and La Parguera; S., Sea of the Antilles; E., land of López Vidal, and la Parguera; W., Playa Pita-jaya and land of widow of Hernández.	1,041.76	Demarcated. Leased to Am. Railraod Co; expiration, June 5, 1921
LOIZA: Torrecilla------	Laguna Piñones, Hoyo mulas, and Yaboita.	----------	
LOIZA: Torrecilla -----	Laguna Mata Redonda, Hoyo mulas, and Caño de Cangrejos. The two preceding fincas have been taken as one only when surveyed. Boundaries: N., fincas Torrecillas and Piñones of Loiza Sugar Co.,; S., Laguna de Piñones, Caño Piñones, and Laguna de Torrecilla; E., finca Piñones y Laguna de Piñones; W., Caño Boca de Cangrejos.	1,043.68	The total area of this parcel and the next preceding which are taken as one only, is as per survey 1,077.13 acres, of which there are seven islets in the interio: with an area of 33.45 acres of firm land, the remainder being m mangroves; leased to Mr. Marcial Suárez; expiration

Location	Denomination and boundaries	Area acres.	Remarks.
NAGUABO: Daguao	Boca del Daguao. Boundaries: N., Hacienda of Mr. Guillermo Nobles and land of Manuel Soto; S., Hacienda of Guillermo Nobles, E., the sea; W., Hacienda Oriente de Sambón.	60.00	
NAGUABO: Daguao	Caño Prieto, Quebrada Palma and Botija. Boundaires: N., Francisco Meléndez; S., Hacienda Montida: E., the sea; W., land of Manuel Centeno and Hacienda Quebrada Palma.	180.00	
PEÑUELAS	Aguas Dulces, Isla de la Parguera, Las Palmas, Caribe, Río, and María-langa.	20.25	
PONCE	Islet named Jueyes	15.00	
PONCE	Islet named Frío	50.00	
PONCE	Islet named Puercos	6.00	
PONCE: Canas	El Tuque	175.00	Demarcated. Leased to Mr. Rodulfo del Valle; expiration Mar. 27, 1931.
SAN GERMAN: Costa	Boundaries: The sea and properties of private individuals.	70.00	
SAN JUAN: Santurce	Mangroves on northern shore of Caño Martín Peña and San José	111.97	Demarcated.

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaires	Area acres	Remarks.
	Lagoon, from bridge to municipality of Carolina Boundaries: N., land of José Rexach, I. Rosales, J. M. Blanco, F. Ramírez; The People of Porto Rico L. García, B. Ramos, F. Ramírez, T. Cortijo, M. Rodríguez Serra, E. Warner, A. Nin, J. Requena, F. Antonsanti, and José Rexach and Caño Martín Peña.		
SANTA ISABEL: Jauca	Boundaries: The sea and properties of private individuals.	119.75	
SANTA ISABEL: Jauca	Puerto de Jauca de Balajú and adjacent islands.	119.00	
SANTA ISABEL: Jauca	Islet of mangrove Punta Aguila.	80.00	Leased to Juan Díaz Robledo; expiration, Jan 1, 1923.
SANTA ISABEL: Jauca	Islet Berbería	50.00	
SANTA ISABEL: Jauca	Islet Mata de la Langosta.	15.00	
SANTA ISABEL: Jauca	Islet Meléndez	50.00	Leased to Juan Díaz Robledo; Expiration, Jan. 1, 1923.
SANTA ISABEL: Jauca	Islet Palo Seco	25.00	
SANTA ISABEL: Jauca	Islet Clavellina de Manglar.	25.00	Leased to Saturnino Rosado; expiration, Jan. 1, 1923.

PROCLAMATION

Location	Denomination and boundaries	Area acres	Remarks.
SANTA ISABEL: Jauca----------	Islet Las Matas----------	12.00	Leased to Rafael Anselmi; expiration Feb. 4, 1923.
YAUCO: Guánica----------	Manglillos Afligidos and Puerto de Guánica. Boundaries: Properties of private individuals and the sea.	180.00	
YAUCO; Islets----------	Five islets named Cañagorda just across from finca la Ballena.	50.17	Leased to Alejandro Franceschi; expiration, Aug. 19, 1918.

IN TESTIMONY WHEREOF, I have hereunto set my hand and caused the Seal of The People of Porto Rico to be affixed at the city of San Juan, this 28th day of May, A.D. nineteen hundred and eighteen.

(SEAL)

ARTHUR YAGER,
Governor.

Promulgated according to law, May 28, 1918.

R. SIACA PACHECO,
Executive Secretary of Porto Rico

[J. R. No. 7]

JOINT RESOLUTION

AUTHORIZING THE COMMISSIONER OF THE INTERIOR TO SELL MANGROVE SWAMP LANDS OF THE PEOPLE OF PORTO RICO ON CONDITION THAT THEY BE DRAINED, AND TO DRAIN AND THEREAFTER SELL OR LEASE SAID LANDS; DIRECTING THE SAID OFFICIAL TO ENTER INTO AGREEMENTS WITH THE HOLDERS OF MANGROVE SWAMP LANDS IN CERTAIN CASES; AND AUTHORIZING HIM TO MAKE CONTRACTS FOR THE DRAINAGE OF MANGROVE SWAMP LANDS BELONGING TO PRIVATE INDIVIDUALS; DECLARING TO BE OF PUBLIC UTILITY, FOR THE PURPOSE OF FORCIBLE EXPROPRIATION, THE DRAINING OF MANGROVE SWAMP LANDS IN MALARIAL DISTRICTS; AUTHORIZING THE PUBLIC SERVICE COMMISSION TO EXEMPT FROM ALL TAXES, IN CERTAIN CASES, THE MANGROVE SWAMP LANDS THAT MAY BE DRAINED; PROVIDING FOR THE CREATION OF A SPECIAL FUND TO BE KNOWN AS "FUND FOR THE DRAINAGE AND SALE OF MANGROVE SWAMP LANDS", AND FOR OTHER PURPOSES.

A-14

WHEREAS, The People of Porto Rico is the owner of various tracts of mangrove swamp lands situated in different parts of the Island;

WHEREAS, The existence of said mangrove swamp lands is highly prejudicial to health, as they are the breeding places of mosquitoes and consequently foci of malaria and other diseases;

WHEREAS, The said lands are unproductive,

NOW, THEREFORE, *Be it resolved by the Legislature of Porto Rico:*

Section 1.—That the Commissioner of the Interior be and he is hereby authorized to sell at public auction, with the approval of the Executive Council, in parcels of not more than ten (10) *cuerdas*, all mangrove swamp lands sold shall be drained within the time and in draining of which, on account of public health, may be recommended by the Commissioner of Health.

Section 2.—In all sales preference shall be given to owners of adjacent property, under equal conditions.

Every sale shall be subject to the compulsory condition that the mangrove swamp lands sold shall be drained within the time and in accordance with the regulations prescribed by the Commissioner of the Interior with the approval of the Executive Council. The Commissioner of the Interior may make sales with the condition that the purchaser shall turn over to The People of Porto Rico, in lieu of the price agreed upon and within the time that the Commissioner of the Interior may determine, a part, which shall not be less than one-third of the mangrove swamp lands, thoroughly drained, in accordance with the Regulations prescribed by the Commissioner of the Interior, and in this case the area to be drained shall not be more than thirty (30) *cuerdas; Provided,* That the drained lands belong-

[R. C. No. 7]

RESOLUCIÓN CONJUNTA

AUTORIZANDO AL COMISIONADO DEL INTERIOR A VENDER MANGLARES DE EL PUEBLO DE PUERTO RICO, A CONDICION DE QUE SEAN DESECADOS Y PARA DESECARLOS Y DESPUES DE DESECADOS VENDERLOS O ARRENDARLOS; ORDENANDO A DICHO FUNCIONARIO QUE CELEBRE TRANSACCIONES CON LOS POSEEDORES DE MANGLARES EN CIERTOS CASOS; Y FACULTANDOLE PARA CELEBRAR CONTRATOS PARA LA DESECACION DE MANGLARES DE PARTICULARES, DECLARANDO DE UTILIDAD PUBLICA A LOS EFECTOS DE LA EXPROPIACION FORZOSA LA DESECACION DE MANGLARES EN LAS ZONAS PALUDICAS; AUTORIZANDO A LA COMISION DE SERVICIO PUBLICO EN CIERTOS CASOS PARA EXIMIR DE TODA CONTRIBUCION LOS MANGLARES QUE SE DESEQUEN; DISPONIENDO LA CREACION DE UN FONDO ESPECIAL DENOMINADO "FONDO DE DESECACION Y VENTA DE MANGLARES", Y PARA OTROS FINES.

POR CUANTO, El Pueblo de Puerto Rico es dueño de varios terrenos cubiertos de mangle, situados en distintas partes de esta Isla;

POR CUANTO, la existencia de dichos manglares son altamente perjudiciales a la salud, por ser criaderos de mosquitos y consecuentemente focos de malaria y otras enfermedades;

POR CUANTO, dichos terrenos son además improductivos,

POR TANTO, *Resuélvese por la Asamblea Legislativa de Puerto Rico:*

Sección 1.—Autorizar, y por la presente se autoriza, al Comisionado del Interior para que venda en pública subasta, en predios no mayores de diez (10) cuerdas y con la aprobación del Consejo Ejecutivo, todos los terrenos cubiertos de mangle correspondientes a El Pueblo de Puerto Rico, cuya desecación para fines de salud pública fuere recomendada por el Comisionado de Sanidad.

Sección 2.—En toda venta se dará preferencia a los colindantes de dichos manglares en igualdad de condiciones.

Toda venta se verificará sujeta a la condición resolutoria de que los manglares vendidos deberán quedar desecados en el tiempo y de acuerdo con la reglamentación que dictare el Comisionado del Interior, con la aprobación del Consejo Ejecutivo. Este podrá verificar las ventas bajo la condición de que el comprador entregará a El Pueblo de Puerto Rico, en sustitución del precio convenido, en el término que determinare el Comisionado del Interior una parte no menor de una tercera parte de los manglares, completamente desecados, de acuerdo con la Reglamentación que dictare el Comisionado del Interior, y en este caso el área a desecar no será mayor de treinta (30) cuerdas; *Disponiéndose,* que los terrenos desecados que correspondan a El Pueblo de Puerto Rico serán destinados a la creación de barrios obreros o granjas agrícolas bajo la dirección de la

ing to The People of Porto Rico shall be devoted to the creation of workmen's scettlements or agricultural farms under the direction of the Homestead Commission; *Provided, further,* That the Commissioner of the Interior is hereby empowered to sell mangrove swamp lands to the municipalities and to charitable or educational institutions to be devoted to the construction of buildings for said purposes, for a nominal price but always with the condition that said mangrove swamp lands be drained and the buildings constructed within the time indicated by the Commissioner of the Interior.

Section 3.—The Public Service Commission is hereby authorized, on petition of the Commissioner of the Interior and the Commissioner of Health, to exempt from all taxation such mangrove swamp lands as may be drained, for a term of not more than ten years, and to impose such reasonable conditions as it may deem advisable for the granting of such privilege.

Section 4.—For purposes of forcible expropriation, the draining of mangrove swamp lands in all districts of the Island which the Commissioner of Health, in accord with the Insular Board of Health, shall declare to be malarial districts, is hereby declared of public utility and necessity. The mangrove swamp lands included in such districts, if not drained by the owners thereof within a reasonable term which shall be fixed by the Commissioner of the Interior, may be expropriated by The People of Porto Rico, to be drained by the Commissioner of the Interior for the benefit of public health, and may also be drained by said official at the expense of the owner of the land, by agreement with the latter, either at a price for each square meter drained or by exchange of title of ownership of a number of square meters drained equivalent to such price.

Section 5.—The Commissioner of the Interior may, with the approval of the Executive Council, enter into agreements or compromises with holders of mangrove swamp lands who are in possession of a valid dominion title, though not efficient to transfer ownership to The People of Porto Rico, or of questionable efficiency, either for the said holders to waive their right of ownership and possession in favor of The People of Porto Rico, or to validate the title of such holders for a money consideration or for a portion of the reclaimed mangrove swamp lands.

Section 6.—The Commissioner of the Interior is hereby authorized to proceed to drain mangrove swamp lands belonging to natural persons or to bodies politic, for an adequate consideration in money or in mangrove swamp lands. He is likewise authorized to drain the mangrove swamp lands belonging to The People of Porto Rico and

Comisión de Hogares Seguros; *Disponiéndose, además,* que el Comisionado del Interior queda facultado para vender manglares a los municipios y a instituciones benéficas o de instrucción con destino a la construcción de edificios para dichos fines por un precio nominal, pero siempre con la condición de que dichos manglares sean desecados y los edificios construídos en el plazo que el Comisionado del Interior señalare.

Sección 3.—La Comisión de Servicio Público queda autorizada a instancia de los Comisionados del Interior y de Sanidad y Beneficencia para eximir de toda contribución los manglares que se desequen, por un período no mayor de diez años, e imponer las condiciones razonables que estime convenientes para la concesión de dicho privilegio.

Sección 4.—Se declara de utilidad y necesidad pública, a los efectos de la expropiación forzosa, la desecación de manglares en toda la zona de la Isla que el Comisionado de Sanidad y Beneficencia, previa consulta de la Junta Superior de Sanidad, declarare zona palúdica. Los manglares comprendidos en dicha zona, si no fueren desecados por sus dueños en el término razonable que se les fijare por el Comisionado del Interior, podrán ser expropiados por El Pueblo de Puerto Rico, para ser desecados por el Comisionado del Interior, para beneficio de la salud pública; y podrán también desecarse por dicho funcionario con cargo al dueño del terreno, mediante convenio con éste, bien mediante un precio por metro cuadrado desecado, bien a cambio del título de propiedad de un número de metros cuadrados desecados equivalente a dicho precio.

Sección 5.—El Comisionado del Interior podrá, con la aprobación del Consejo Ejecutivo, entrar en transacciones o composiciones con los poseedores de manglares cuya posesión descanse en un título de dominio válido, pero sin eficacia para transmitir el dominio de El Pueblo de Puerto Rico o de eficacia discutible, bien para que dichos poseedores renuncien sus invocados derechos de dominio y posesión a favor de El Pueblo de Puerto Rico, bien para convalidar el título de dichos poseedores, mediante una consideración en dinero o en una porción de los manglares reclamados.

Sección 6.—El Comisionado del Interior queda autorizado para proceder a la desecación de manglares pertenecientes a personas naturales o jurídicas, mediante compensación adecuada en dinero o manglares. Queda asimismo autorizado para proceder a la desecación de los manglares pertenecientes a El Pueblo de Puerto Rico y a la venta y arrendamiento de los mismos, después de desecados, sujeto

to sell and lease them after they have been drained, subject to such limitations mentioned in Section 2 of this Act as may be applicable.

Section 7.—The Commissioner of the Interior shall report to the Legislature at every regular session relative to the compliance with this Act; and he is hereby authorized to issue, in the name of The People of Porto Rico, the corresponding instruments of transfer or compromise, which may be registered without other requirement in the registry of property.

Section 8.—Such amounts as may be received under the preceding provisions shall be covered into a separate and special fund to be known as "Fund for the drainage and sale of mangrove swamp lands", which may be expended by the Commissioner of the Interior for the payment of any expenses authorized by this Act and for the aims and purposes thereof.

Section 9.—All laws or parts of laws in conflict herewith are hereby repealed.

Section 10.—This Act shall take effect ninety days after its approval.

Approved, May 13, 1927.

A-16

[J. R. No. 8]

JOINT RESOLUTION

TO INCREASE CERTAIN ITEMS OF THE BUDGETARY APPROPRIATIONS FOR THE CURRENT FISCAL YEAR 1926-27, AS INCLUDED UNDER THE SUB-HEAD "CONTINGENT EXPENSES, INSULAR POLICE", AND FOR OTHER PURPOSES.

WHEREAS, Some of the budgetary items for the current fiscal year, included under the sub-head "Contingent Expenses, Insular Police" and hereinafter stated, are exhausted, and others are nearly exhausted;

WHEREAS, If sufficient funds are not appropriated to increase said items, the Insular Police Force will not be able to defray such expenses as will be occasioned by its most imperative needs, during the remaining months of the current fiscal year and, further, will be unable to render efficient services to the Government of Porto Rico,

NOW, THEREFORE, *Be it resolved by the Legislature of Porto Rico:*

Section 1.—That the items in the current budget under the sub-head "Contingent Expenses, Insular Police", are hereby increased in the following amounts:

a las limitaciones que sean aplicables, mencionadas en la Sección 2 de esta Ley.

Sección 7.—El Comisionado del Interior dará cuenta a la Asamblea Legislativa en cada sesión ordinaria del cumplimiento de esta Ley; y por la presente se le autoriza para otorgar, a nombre de El Pueblo de Puerto Rico, las correspondientes escrituras de transmisión de dominio o transacción, las cuales serán inscribibles, sin otro requisito, en el registro de la propiedad.

Sección 8.—Las cantidades que ingresen por virtud de lo anteriormente dispuesto formarán un fondo especial y separado en el Tesoro de Puerto Rico, denominado "Fondo de desecación y venta de manglares", del cual podrá disponerse bajo la dirección del Comisionado del Interior para el pago de cualquier erogación autorizada por esta Ley y para los fines y propósitos de la misma.

Sección 9.—Toda ley o parte de ley que se oponga a la presente, queda por ésta derogada.

Sección 10.—Esta Ley empezará a regir a los noventa días después de su aprobación.

Aprobada el 13 de mayo de 1927.

[R. C. No. 8]

RESOLUCIÓN CONJUNTA

PARA AMPLIAR CIERTAS PARTIDAS DE LAS CONSIGNADAS EN EL PRESUPUESTO DEL AÑO FISCAL EN CURSO 1926-27 BAJO EL EPIGRAFE "GASTOS EVENTUALES, POLICIA INSULAR", Y PARA OTROS FINES.

POR CUANTO, las partidas que más adelante se expresan, consignadas en el presupuesto del año fiscal en curso bajo el epígrafe "Gastos Eventuales, Policía Insular", están unas agotadas y otras próximas a agotarse;

POR CUANTO, de no apropiarse fondos suficientes para ampliar esas partidas, el Cuerpo de la Policía Insular no podría durante los meses que faltan para terminar el actual año fiscal subvenir a los gastos que ocasionan sus imperiosas necesidades, y no podría, además, prestar eficientemente sus servicios al Gobierno de Puerto Rico,

POR TANTO, *Résuélvese por la Asamblea Legislativa de Puerto Rico:*

Sección 1.—Las partidas consignadas en el presupuesto actual bajo el epígrafe "Gastos Eventuales, Policía Insular", por la presente se amplían con las cantidades siguientes:

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
OFICINA DEL GOBERNADOR
JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL

R-74-21

R E S O L U C I O N

POR CUANTO: Es política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico según enunciada en la Ley Núm. 9 de 18 de junio de 1970, según enmendada, el utilizar todos los medios y medidas prácticas con el propósito de alentar y promover el bienestar general para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva.

POR CUANTO: A tenor con la antes mencionada Ley, es responsabilidad contínua del Estado Libre Asociado utilizar todos los medios prácticos para mejorar y coordinar los planes, funciones, programas y recursos del Estado Libre Asociado con el fin de que Puerto Rico pueda:

(1) cumplir con las responsabilidades de cada generación como custodio del medio ambiente para beneficio de las generaciones subsiguientes;

(2) asegurar para todos los puertorriqueños paisajes seguros, saludables, productivos, estéticos y culturalmente placenteros;

(3) lograr el más amplio disfrute de los usos beneficiosos del medio ambiente sin degradación, riesgo a la salud o seguridad u otras consecuencias indeseables;

(4) preservar los importantes aspectos históricos, culturales y naturales de nuestro patrimonio y mantener, donde sea posible, un medio ambiente que ofrezca diversidad y variedad a la selección individual;

(5) lograr un balance entre la población y el uso de los recursos que permita altos niveles de vida y una amplia participación de las amenidades de la vida; y

(6) mejorar la calidad de los recursos renovables y velar por el uso juicioso de aquellos recursos que sufran agotamiento.

POR CUANTO: Se ha encomendado a la Junta de Calidad Ambiental la responsabilidad de adoptar medidas para implementar la política pública del Estado Libre Asociado sobre la calidad del ambiente y sobre la conservación de los recursos naturales.

POR CUANTO: Una población creciente y un nivel elevado de vida se combinan para imponer demandas sin precedentes sobre los recursos naturales renovables y no renovables de Puerto Rico.

POR CUANTO: Tal situación produce resultados que conducen a un deterioro progresivo de la calidad de nuestro ambiente; nuestro aire, nuestras aguas, nuestras áreas de recreación potencial, nuestros albergues de plantas y animales, y la propia belleza de nuestra isla.

POR CUANTO: Es de importancia fundamental al pueblo de Puerto Rico el tomar medidas razonables de protección y administración cuidadosas y sabias de sus recursos naturales renovables y no renovables.

POR CUANTO: Los recursos naturales renovables exhiben múltiples interdependencias que los atan, de tal suerte que la acción contra uno de ellos puede afectar a otros en la red de interdependencia.

POR CUANTO: El daño o la destrucción de una comunidad o hábitat es rápidamente sentida por las comunidades adyacentes produciendo en ellas cambios en su productividad y estado.

POR CUANTO: Los mangles constituyen un recurso natural de gran importancia que se encuentra bajo amenaza en estos momentos.

POR CUANTO: El mangle es un excelente evapotranspirador, el cual suple significativamente de humedad a la atmósfera y al hacerlo se torna en fuente de enfriamiento natural a las comunidades cercanas.

POR CUANTO: El mangle, en su crecimiento y desarrollo, efectúa una incorporación de bióxido de carbono y azufre inorgánico y

es un productor de grandes cantidades de oxígeno.

POR CUANTO: Los mangles son fuente de materia orgánica e inorgánica que sostienen la red alimenticia necesaria a la vida marina normal en cuerpos de agua cercanos.

POR CUANTO: Este flujo de nutrientes generado por el manglar es el medio de conducir la energía solar almacenada en el mangle, como productor primario, hacia los sistemas secundarios que emplean esta energía en la síntesis de tejidos de tipo animal y en esta función, el mangle se torna en un eslabón básico en la red alimenticia marina.

POR CUANTO: Los mangles constituyen un importante lugar de anidaje de formas nativas y migratorias de especies de aves terrestres y marinas.

POR CUANTO: Aproximadamente setenta especies de aves utilizan el manglar como hábitat, estando muchas de ellas confinadas a este ambiente.

POR CUANTO: Los mangles están íntimamente asociados con los cuerpos de agua bioluminiscentes en Puerto Rico, los cuales constituyen un recurso natural único por su singularidad y valor científico en el mundo.

POR CUANTO: Los mangles tropicales son eficientes acrecentadores de terrenos, que avanzan hacia el mar y mediante la acumulación de sedimentos orgánicos e inorgánicos añaden terreno a los límites de nuestra isla.

POR CUANTO: Los mangles en Puerto Rico sirven la función adicional de estabilizar los terrenos costaneros contra la erosión que sería provocada por el embate de las olas, amortiguando también la furia de los mares huracanados.

POR CUANTO: De 75 a 90 por ciento de las formas de vida marina con importancia comercial o deportiva en Puerto Rico utilizan zonas de mangles durante una porción de su ciclo de vida.

POR CUANTO: La condición de isla que posee Puerto Rico necesariamente hace deseable el desarrollo de los recursos marinos en

todas sus manifestaciones para el beneficio de nuestra población presente y futura.

POR CUANTO: La eliminación del recurso natural marino, según la ciencia puede vislumbrar, es detrimental al bienestar y a la supervivencia misma del hombre en la tierra.

POR CUANTO: El volumen de pesca actual, así como su desarrollo futuro, es directamente dependiente de la existencia de los manglares.

POR CUANTO: Puerto Rico actualmente importa sobre un 80 por ciento del pescado que se consume en la isla.

POR CUANTO: Con el uso de mejores técnicas y equipo pesquero, la industria de la pesca puede ser incrementada en un factor de tres lo que aumentaría el volumen de pescado obtenido localmente de cinco millones de libras a quince millones de libras.

POR CUANTO: Los movimientos de terrenos, construcciones y otras alteraciones a los patrones de drenaje de los terrenos adyacentes a las zonas de mangles pueden tener un impacto de gran magnitud sobre dichas zonas, afectando su función ecológica, su razón de crecimiento o su propia supervivencia.

POR CUANTO: La razón de destrucción ha aumentado en la última década de tal suerte que el área de mangles se ha visto reducida de 32,000 cuerdas existentes en 1930 a 16,000 en el 1960, quedando sólo 11,914 cuerdas en el inventario llevado a cabo en 1972 por la Oficina de Inventario de Recursos Naturales.

POR CUANTO: Las zonas de mangles restantes en Puerto Rico están seriamente amenazadas por proyectos de desarrollo que al llevarse a cabo crearán presiones adicionales que pueden culminar en la destrucción de este recurso natural.

POR CUANTO: El desarrollo de nuestros recursos marinos hacen necesario la adopción de una política pública encaminada hacia la identificación, conservación y sabia administración de todos aquellos elementos que puedan afectarlos.

POR TANTO : La Junta de Calidad Ambiental, a fin de proteger nuestros manglares considera necesario el que se requiera que los

proyectos propuestos para zonas de mangles mantengan, en la medida que sea posible, el carácter natural de las zonas, su valor y de todos aquellos elementos que tengan influencia sobre los recursos naturales renovables de las zonas

R E S U E L V E

A. Que considera necesario:

1. preservar, proteger y hasta donde sea posible restaurar los mangles de Puerto Rico.
2. reducir al mínimo las alteraciones en la cantidad o calidad de las aguas naturales que nutren los mangles.
3. proteger los mangles de los daños que pueda causar la disposición desordenada de desperdicios sólidos y la aplicación de pesticidas.
4. la protección de los mangles de los dragados o cualquier descarga perjudicial para los mismos.
5. la promoción de las medidas máximas de protección ambiental para los mangles.

B. Recomendar que los mangles en propiedad pública se transfieran a la custodia del Departamento de Recursos Naturales para formar parte del Sistema Forestal Insular.

C. Despertar conciencia en las entidades públicas y privadas del valor de los mangles como uno de nuestros más preciados recursos naturales.

D. Recomendar que se estudie el ecosistema de los mangles a fin de:

1- determinar y evaluar los principios ecológicos que los caracterizan.

2- que basado en tales estudios y en coordinación con todas las agencias gubernamentales afectadas, intereses privados y el público en general se prepare

un plan comprensivo a largo plazo para la conservación y el mantenimiento ordenado de nuestros mangles.

3. que cualquier tipo de acción que se lleve a cabo y que pueda afectar los mangles durante el período de estudio y planificación que en esta Resolución se recomienda, sea consistente con los objetivos y política de esta Junta de Calidad Ambiental.

E. Que la Junta de Calidad Ambiental aplicará esta política en toda la extensión de sus facultades y llevará a cabo actividades dirigidas a crear conciencia y responsabilidad pública sobre este asunto.

DADA en San Juan, Puerto Rico a 9 de octubre de 1974.

JOSE ALVAREZ DE CHOUDENS
Presidente

C E R T I F I C A C I O N

CERTIFICO que la presente es copia fiel y exacta del original que obra en el Archivo de Seguridad de esta Junta.

En San Juan, Puerto Rico, hoy 9 de octubre de 1974.

VICTOR R. UMPIERRE
Secretario

LISTA DE FIGURAS

1. Distribución Mundial General de los Manglares
Nótese la concentración de los bosques en latitudes tropicales y subtropicales

2. Mangle Rojo
Mangle Rojo, Rhizophora mangle; ilustración del árbol (O. Quiñones) y de las hojas y plantulas (Fuente: Little y Wadsworth, 1964). También llamado Mangle, Mangle Zapatero, Mangle de Chifle.

3. Raíz de Mangle Rojo
Ilustración de una raíz de mangle rojo señalando la diversidad de organismos que crecen sobre estas raices (Dibujo modificado de Matthews, 1967).

4. Proyectos Costaneros o Bajo Consideración
Proyectos costaneros aprobados o bajo consideración de la Junta de Planificación de Puerto Rico en 1972, los proyectos ya desarrollados o por terminarse no están incluidos (Fuente: Puerto Rico and the Sea, 1974).

5. Distribución Mundial de la Producción Primaria
La distribución mundial de producción primaria en términos de la producción anual bruta de los tipos de ecosistemas mayores. Nótese que la mayor producción ocurre en los sistemas de la costa (Fuente: Odum, 1972).

6. Mangle Negro
Mangle Negro, Avicennia germinans (Fuente: Little y Wadsworth, 1964). Conocido además por Mangle Prieto, Mangle Bobo, Siete Cueros, Salado.

7. Mangle Blanco
Mangle Blanco, Laguncularia racemosa (Fuente: Little y Wadsworth, 1964). Ocasionalmente conocido como Mangle Bobo.

8. Mangle-Botón
Mangle Botón, Conocarpus erecta (Fuente: Little y Wadsworth, 1964). Conocido también por Botoncillo.

9. Modelo de un Manglar
Modelo de un manglar ilustrando las fuentes de energía, los procesos vitales de un manglar y los factores naturales y humanos que afectan o interrumpen su funcionamiento (Modificado de Lugo y Sneadaker, 1974).

10. Distribución de un Manglar y Zonas de Vida
Mapa de Puerto Rico ilustrando la distribución de los manglares y las zonas de vida. El desarrollo máximo de manglares ocurre en la región de la costa norte. Los manglares a lo largo de la costa sur sufren de sequias periódicas y los árboles son menores en tamaño.

11. Funcionamiento de un Manglar
Modelo generalizado del funcionamiento del ecosistema de un manglar. El modelo ilustra al manglar como un sistema natural abierto con importaciones netas de nutrientes y exportaciones netas de materia orgánica. La salinidad del suelo se señala como el regulador de las tasas de transportación del árbol las que a su vez tienen que ver con la absorción de nutrientes necesarios para la fotosíntesis. La energía cinética contenida en las aguas de

escorrentía o la acción de las mareas acelera la absorción de nutrientes y contribuye al flujo de materia hacia y a través de, el sistema. El agua dulce es señalada como importante para diluir el agua de mar y acelerar así el flujo de energía.

12. Producción de Hojarasca
Tasas de la caída de hojarasca en diferentes tipos de manglares en Florida y Puerto Rico. Aquellos manglares con una menor salinidad del terreno parecen ser más productivos con respecto a la producción de hojarasca que los sistemas bajo mayores salinidades y/o nutrientes (Fuente: Pool et al, 1975).

13. Tipos de Manglares
Dibujos esquemáticos comparando seis tipos de manglares e ilustrando las características estructurales, generales de cada uno: (a) islote de mangle; (b) manglar de borde; (c) manglar enano; (d) manglar hamaca; (e) manglar ribereño; (f) manglar de cuenca.

14. Islote de Mangles
Perfil de un islote de mangle ("Overwash mangrove") ilustrando la proliferación de las raices del mangle rojo y los niveles altos del agua que bañan al manglar diariamente.

15. Islotes de Mangle
Vista aérea de islotes de mangle "anulares" que se desarrollan en ambientes xerofíticos como resultado de una mayor salinidad en el terreno y una mayor elevación hacia el interior del islote (Fuente: Cintrón et al., 1976).

16. Islote de Mangle
Modelo del flujo de energía y materia a través de un islote de mangle ("Overwash mangrove"). El modelo está sobreimpuesto al diagrama del perfil del sistema.

17. Manglar de Borde
Perfil idealizado de un manglar de borde. Nótese las raíces del mangle rojo en el borde y los árboles más altos creciendo cerca del agua en la orilla.

18. Manglar de Borde
Modelo del flujo de energía y materia a través de un manglar de borde. El modelo está sobreimpuesto al diagrama del perfil del sistema.

19. Manglar Enano
Dibujo generalizado de un manglar enano. Nótese que los árboles son pequeño y están separados y esparcidos.

20. Manglar Ribereño
Perfil de un manglar ribereño. Nótese la proximidad del río y que los árboles más grandes crecen hacia éste. El manglar como tal es alto y complejo.

21. Manglar Ribereño
Modelo del flujo de energía y materia a través de un manglar ribereño. El modelo está sobreimpuesto al diagrama del sistema.

22. Posición en el Estuario
Flujo de fósforo a través de dos ecosistemas costaneros regionales dominados por manglares. La región de la Bahía de Fahka Union fue canalizada mientras que la región de la Bahía Fahkahatchee no lo fue. El mayor flujo de fósforo hacia el océano a través de la Bahía Fahka Union representa una pérdida considerable de productividad en esa cuenca (Fuente: Carter et al. 1973)

23. Manglar de Cuenca
Perfil de un manglar de cuenca. Nótese la proliferación de neumatóforos del mangle negro que indican la naturaleza estancada de estas aguas y la presencia de presiones asociadas al intercambio gaseoso a través de las raices.

24. Vista General de una Alfombra de Neumatóforos
Vista general de una "alfombra" de neumatóforos encontrada en un manglar de cuenca. Además de aumentar el área de superficie disponible para el intercambio de gases, estas estructuras tienen muchas "lenticelas" (poros para el intercambio de gases) y son muy esponjosas. Estas adaptaciones aceleran el intercambio gaseoso de O_2 y CO_2.

25. Respuesta de los Neumatóforos de Avicennia a Cambios en el Nivel del Agua
Dibujo detallado de un neumatóforo ilustrando la relación entre el tamaño del neumatóforo (su altura) y el nivel del agua en el sistema. El crecimiento nuevo fue como respuesta a un nivel del agua anormalmente alto durante un cierto periodo. Los neumatóforos siempre serán más altos que el nivel del agua en el sistema y son, por lo tanto, buenos indicadores de los niveles del agua (Fuente: Lugo y Cintrón, sin publicar).

26. Manglar de Cuenca
Relaciones entre energía y materia de un manglar de cuenca.

27. Algunos Manglares que han sido Objetos de Investigación por Varias Entidades
Localización geográfica de manglares que han sido objeto de investigaciones.

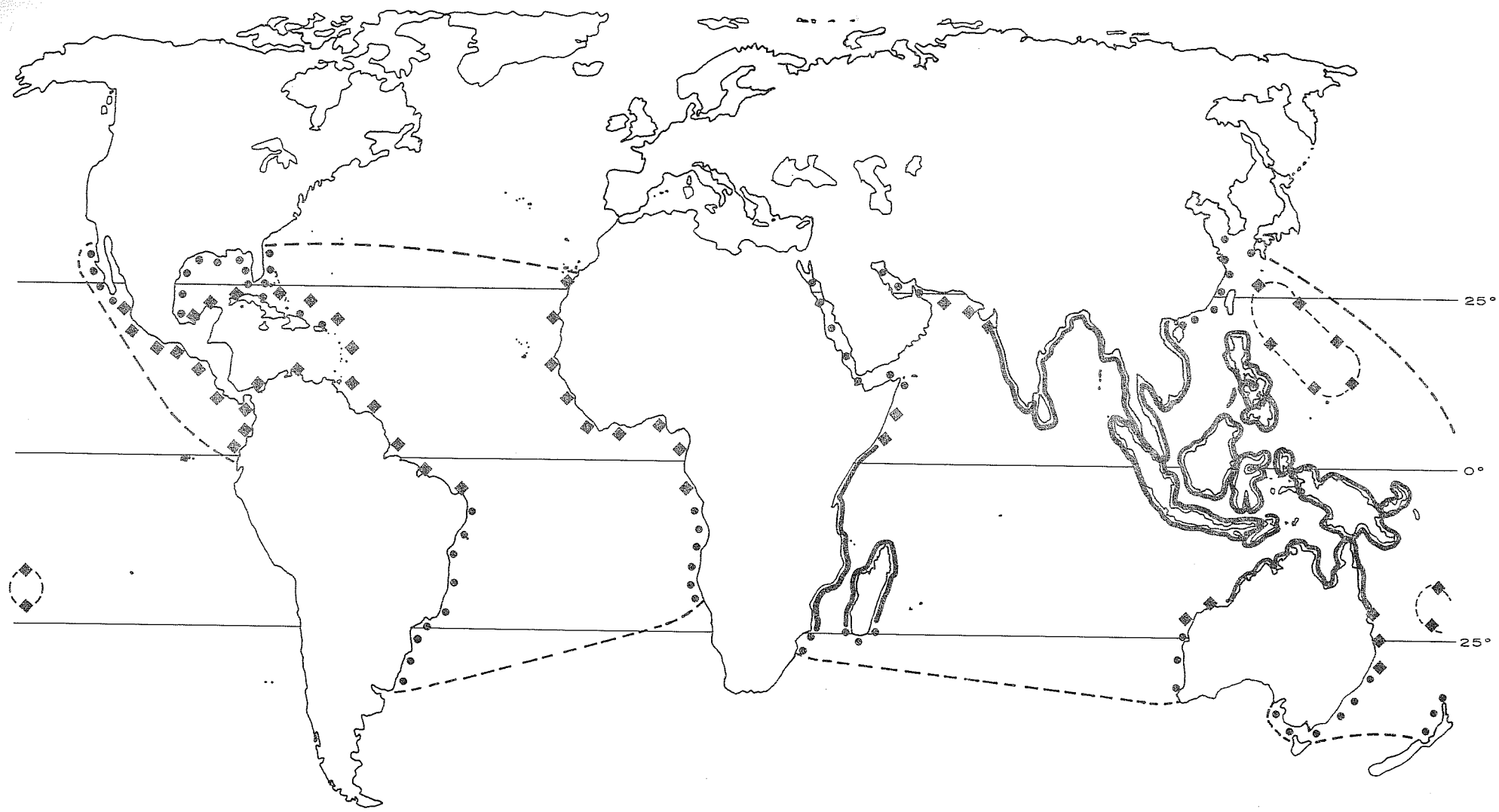
28. Diagramas Climáticos de Localidades Costaneras en Puerto Rico
La información representa data obtenida durante por lo menos 20 años. (Fuente: NOAA).

29. Variaciones en la Precipitación en Cristobal, Panamá
Variaciones en la precipitación en dos estaciones, Guayabal (Puerto Rico) y Cristobal (Panamá). El cero representa la precipitación media para la estación.

30. Sección Típica de la Costa Norte (Area de San Juan)
Sección longitudinal a través de un ambiente idealizado de la costa norte. No está a escala (Fuente: Cintrón y Lugo, sin publicar).

31. Sección Típica de la Costa Sur (Area de la Parguera)
Sección longitudinal a través de un ambiente idealizado de la costa sur. (Fuente: Cintrón y Lugo, sin publicar).

32. Cambios a Través de un Manglar
Cambios en la elevación topográfica, la salinidad del terreno, el área basal del manglar muerto y del vivo y la altura de los árboles a través de un transecto de un manglar en Culebra (Cintrón et. al, 1976).



DISTRIBUCION MUNDIAL GENERAL DE LOS MANGLARES

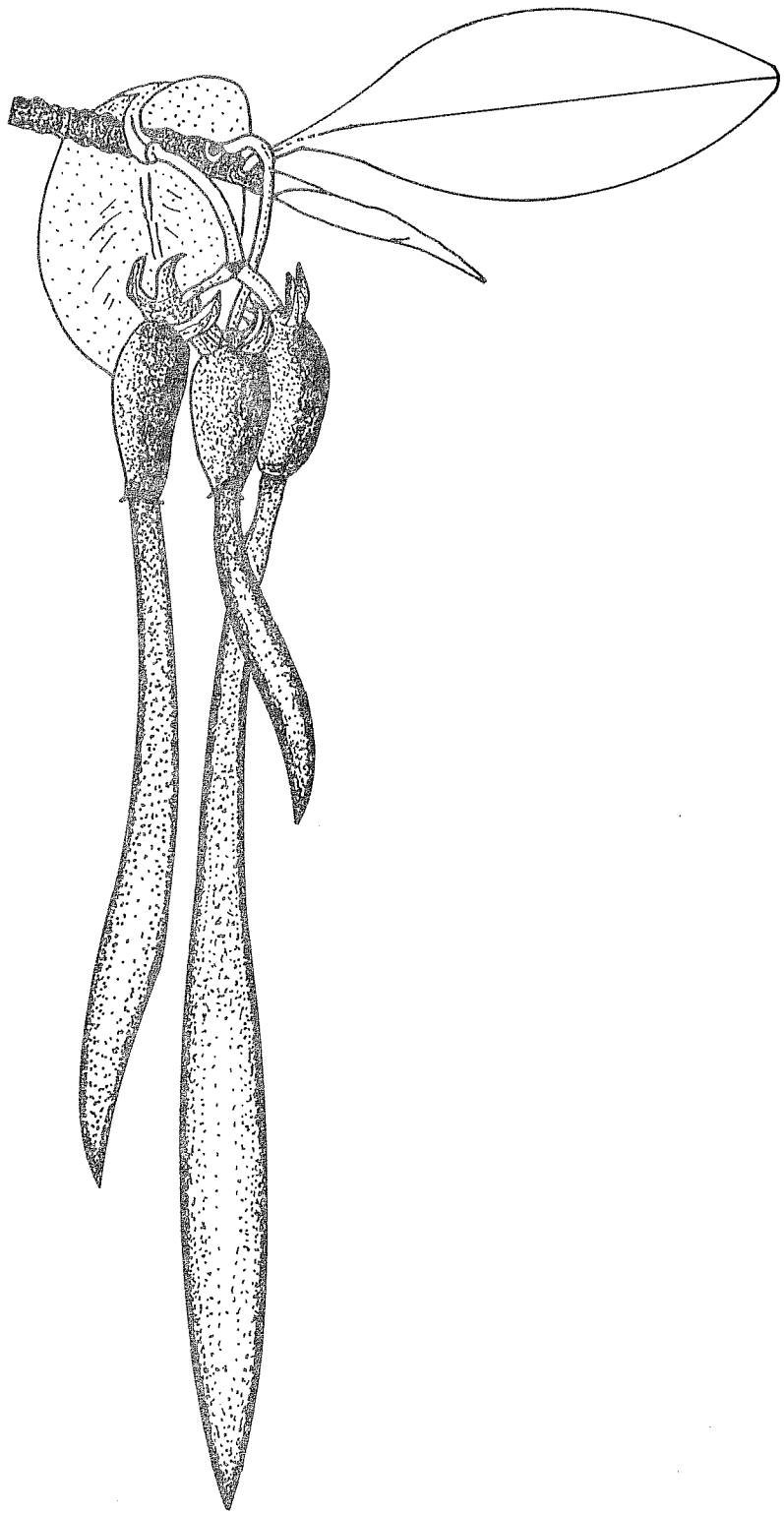
(Adaptadas de Chapman, 1975 en Walsh, Snedaker & Teas, 1975)

– – límites aproximados

● menos de 5 especies

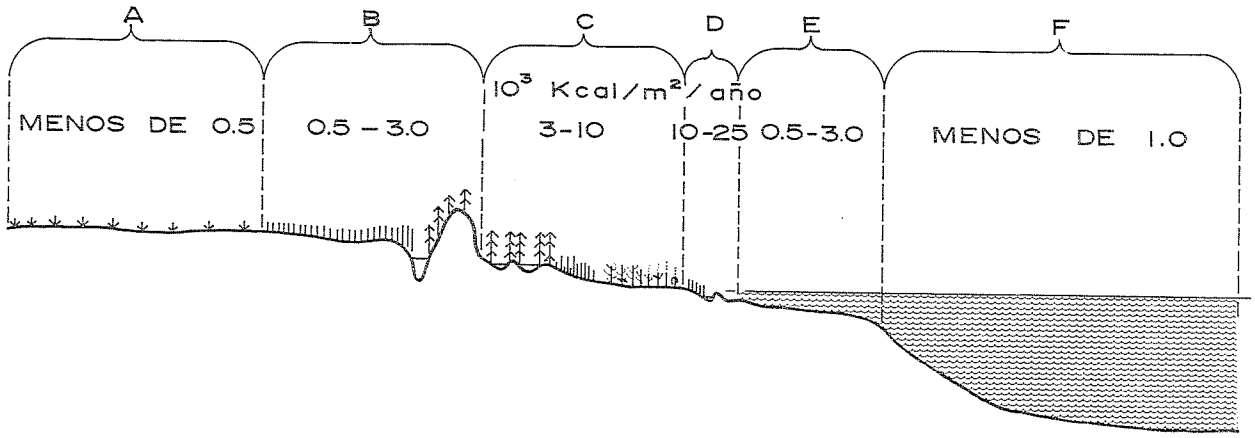
■ de 5 a 20 especies

— más de 20 especies



MANGLE ROJO

2



LEYENDA :

A- DESIERTOS

B- PRADERAS, LAGOS PROFUNDOS, BOSQUES DE MONTAÑAS Y CIERTA AGRICULTURA

C- BOSQUES HUMEDOS Y COMUNIDADES SECUNDARIAS, LAGOS POCO PROFUNDOS, PRADERAS HUMEDAS, AGRICULTURA DE REGADÍO

D- ALGUNOS ESTUARIOS, MANGLARES, MANANTIALES, ARRECIFES DE CORAL, COMUNIDADES TERRESTRES EN LLANOS DE ALUVION, AGRICULTURA INTENSIVA DURANTE EL AÑO ENTERO (CAÑA DE AZÚCAR)

E- AGUAS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

F- MARES PROFUNDOS

DISTRIBUCION MUNDIAL DE LA PRODUCCION PRIMARIA

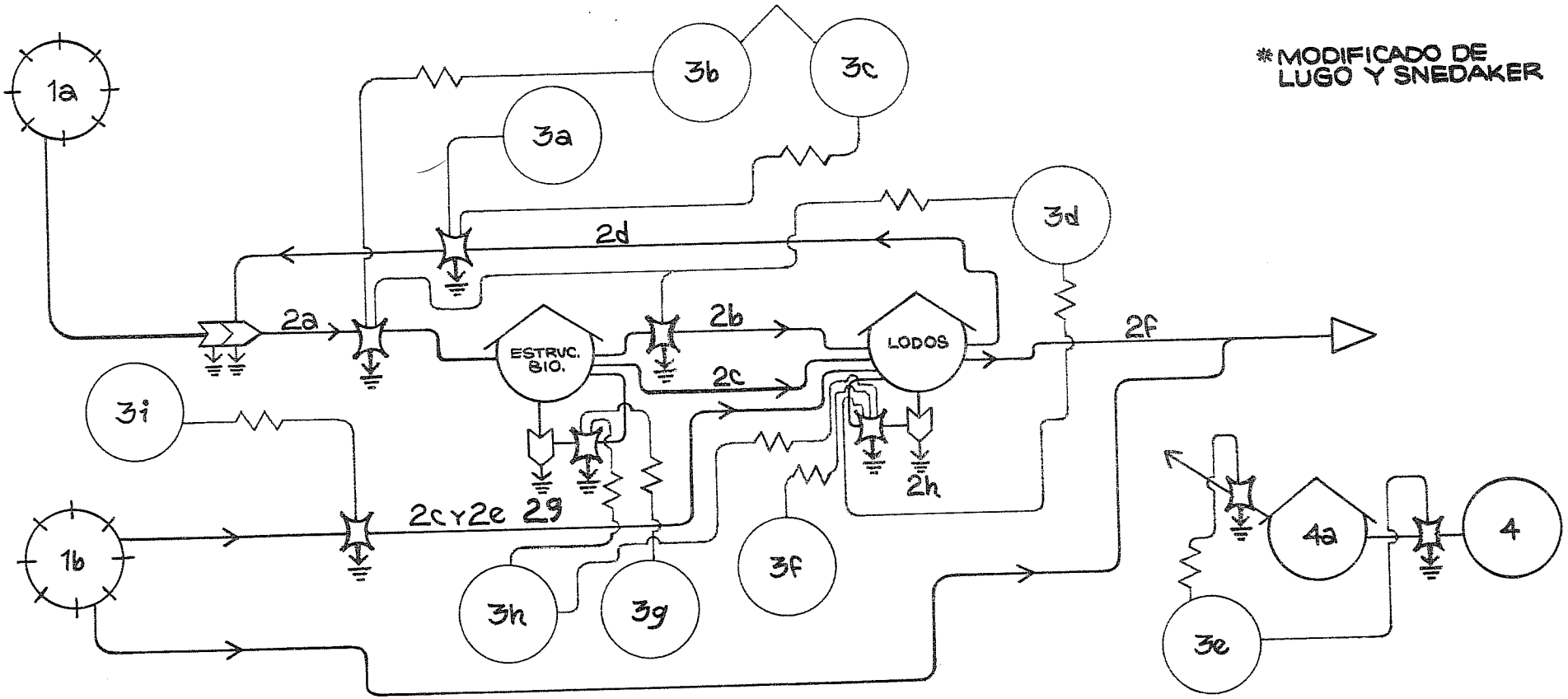
MANGLE GRO

MANGLE BLANCO

MANGLE BOTÓN

8

MODELO DE UN MANGLAR *



* MODIFICADO DE LUGO Y SNEDAKER

LEYENDA

1. FUENTES DE ENERGIA
   - 1a. SOL
   - 1b. TIERRAS ALTAS; MAREAS
2. PROCESOS DEL MANGLAR
   - 2a. PRODUCTIVIDAD
   - 2b. CAIDA DE HOJAS
   - 2c. SEDIMENTACION
   - 2d. RECICLAJE
   - 2e. IMPORTACION
   - 2f. EXPORTACION
   - 2g. RESPIRACION
   - 2h. RESPIRACION DE LOS LODOS
3. FACTORES NATURALES O HUMANOS QUE AFECTAN O INTERRUMPEN EL FUNCIONAMIENTO DEL MANGLAR
   - 3a. SEDIMENTACION
   - 3b. TALADO
   - 3c. RELLENO
   - 3d. DEFOLIACION
   - 3e. ALTERACIONES A SISTEMAS ASOCIADOS
   - 3f. CONTAMINACION AGUAS Y TIERRAS
   - 3g. CONTAMINACION ATMOSFERICA
   - 3h. CONTAMINACION TERMAL
   - 3i. ALTERACIONES DRENAJE Y ESCORRENTIA
4. OTROS ECOSISTEMAS
   - 4a. ECOSISTEMAS QUE LE BRINDAN SERVICIOS AL MANGLAR (EJ. DUNAS DE ARENA)

SIMBOLOGIA

- FUENTE DE ENERGIA
- ALMACENAJE PASIVO
- MULTIPLICADOR
- FACTORES EXTERNOS
- TENSION - PELIGRO
- INTERRUPTOR
- RELACION ADITIVA
- OTROS ECOSISTEMAS

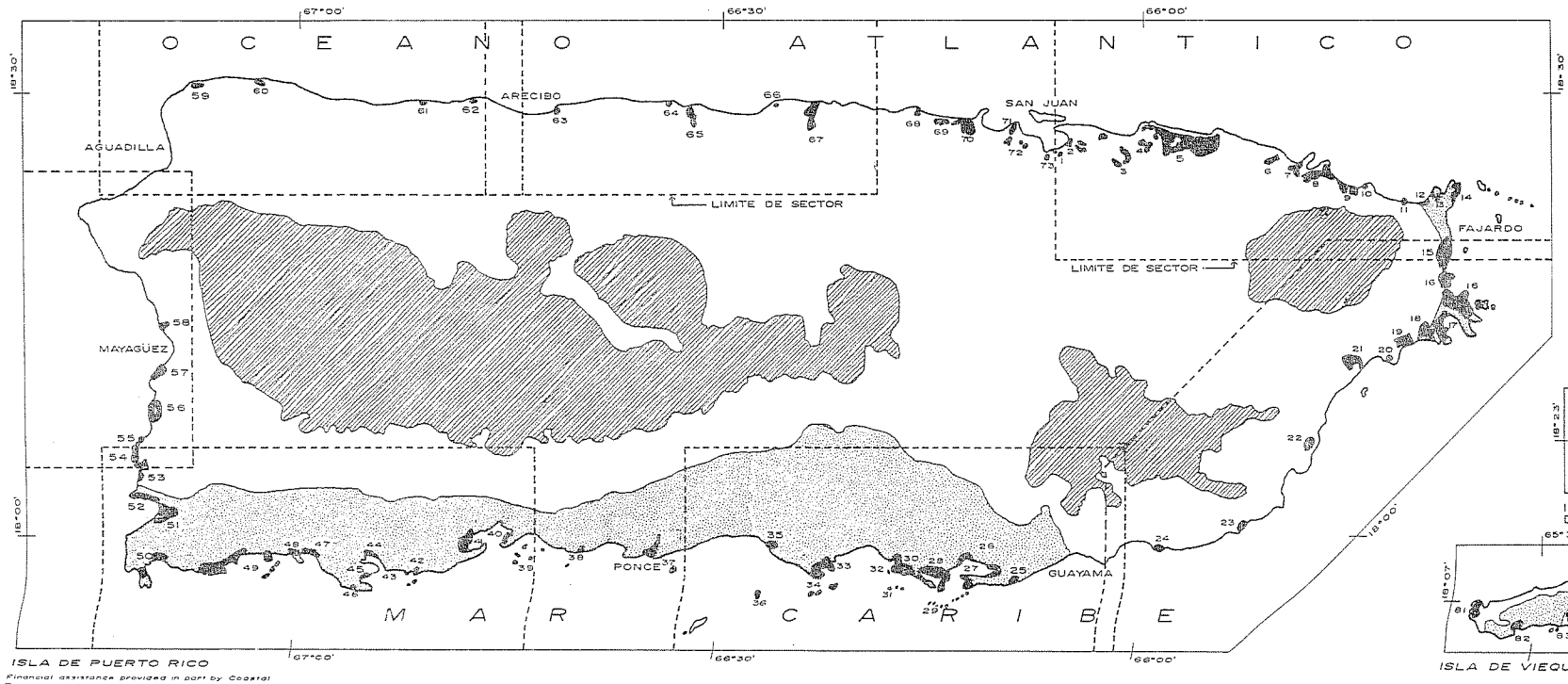
MANGLAR	CUERDAS
1 · Río Puerto Nuevo	34.27
2 · Martín Peña	164.92
3 · Laguna San José	171.34
4 · Cangrejos	200.51
5 · Pinones–Torrecilla Vacia Talega	3510.94
6 · Río Herrera	79.39
7 · Río Espíritu Santo	333.84
8 · La Picúa	673.45
9 · Rio Mameyes	95.34
10 · Punta La Bandera	25.45
11 · Río Juan Martín	26.26
12 · El Convento	74.64
13 · Laguna Aguas Prietas	46.14
14 · Laguna Grande	109.25
15 · Río Fajardo	159.46
16 · Puerto Medio Mundo	1047.66
17 · Ensenada Honda (Ceiba)	553.01
18 · Río Daguao	416.96
19 · Bahía Algodones	315.18
20 · Bahía Lima	19.34
21 · Rio Antón Ruíz	750.13
22 · Punta Candelero	31.55
23 · Punta Tuna	16.28
24 · Punta Viento	112.98
25 · Las Mareas	10.18
26 · Puerto de Jobos	795.76
27 · Punta Pozuelo Cayos Caribe	244.27
28 · Mar Negro	121.80
29 · Cayos de Barca y Pajaros	167.26
30 · Punta Arenas	67.51
31 · Cayo de Ratones	44.11
32 · Cayo Mata	54.28
33 · Bahía de Jauca	62.43
34 · Punta Petrona y Cayos	471.08
35 · Playa Cortada	34.37
36 · Cayo Berbería	79.05
37 · Punta Cabullón y Cayos Fríos	104.50
38 · Laguna de las Salinas	34.61
39 · Bahía de Tallaboa	87.87
40 · Bahía de Guayanilla	47.50
41 · Puerto de Guayanilla	332.49
42 · Caña Gorda	109.31
43 · Faro de Guánica	17.30
44 · Bahía de Guánica	32.57
45 · Ensenada Las Pardas	11.87
46 · Punta Manglillo	14.25
47 · Bahía Montalva	97.71
48 · Bahía Fosforescente	69.21
49 · La Pargera	1063.28
50 · La Garra y Bahía Sucia	101.78
51 · Refugio de Aves y Caño Boqueron	513.32
52 · Bahía de Boquerón	55.64
53 · Punta La Mela	10.18
54 · Puerto Real	59.03
55 · Punta Carenero Punta Ostiones	176.76
56 · Laguna Joyuda	75.32
57 · Caño Corazones	211.03
58 · Caño Boquilla	63.44
59 · Maleza Alta	17.64
60 · Bajuras	41.05
61 · Maracayo (Camuy)	38.34
62 · Carrizales (Pta. Maracayo)	25.44
63 · Tiburones–Islote	111.96
64 · Palmas Altas	16.28
65 · La Boca	44.44
66 · La Esperanza	24.84
67 · Río Cibuco	564.21
68 · Río La Plata	33.59
69 · Mameyal	72.57
70 · Río Cocal	298.81
71 · Río Bayamón	38.67
72 · Las Cucharillas	75.31
73 · Pueblo Viejo	50.56
CULEBRA	
74 · Flamenco	13.23
75 · Playa Resaca	2.85
76 · Playa Brava	10.18
77 · Playa Larga	6.92
78 · Puerto del Manglar	10.52
79 · San Ildefonso	13.23
80 · Ensenada del Coronel y del Cementerio	8.55
VIEQUES	
81 · Punta Arenas-Laguna Kiani	199.49
82 · Laguna Playa Grande	57.68
83 · Puerto Mosquito-Sombe	102.12
84 · Puerto Ferro	48.18
85 · Bahía Tapón	20.36
86 · Bahía Chiva	34.27
87 · Laguna Yanuel	27.48
88 · Ensenada Honda	86.18
89 · MANGLE de MONA	3.08

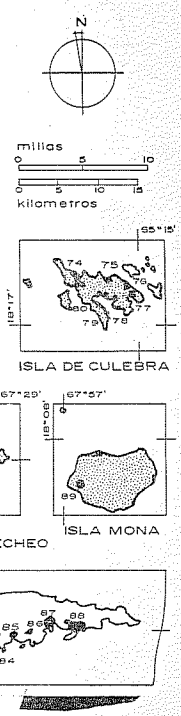
LEYENDA

Bosque Subtropical: Muy Húmedo y Pluvial,
Bosque Montano Bajo: Muy Húmedo y Pluvial

Bosque Subtropical Seco

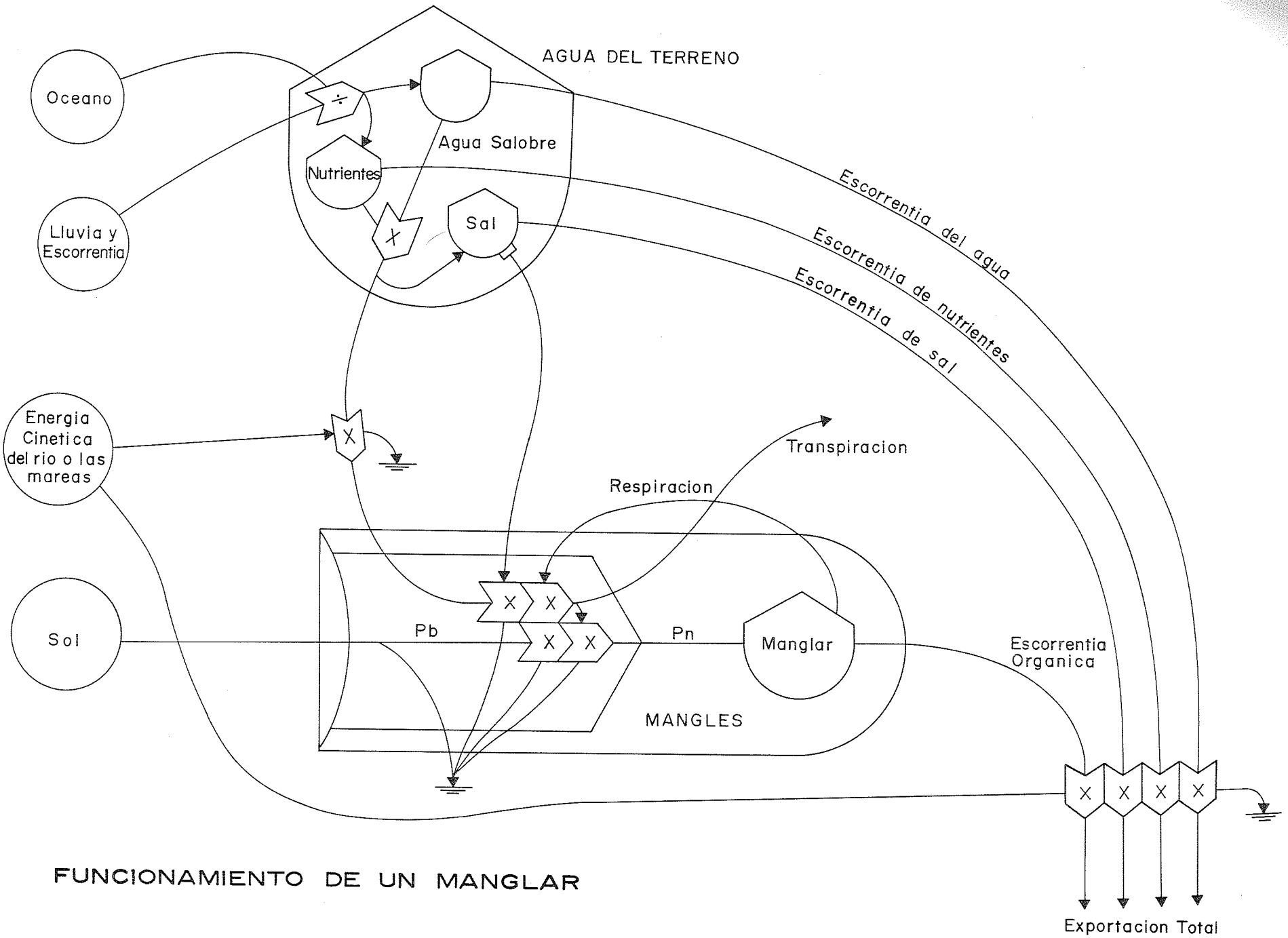
Bosque Subtropical Húmedo





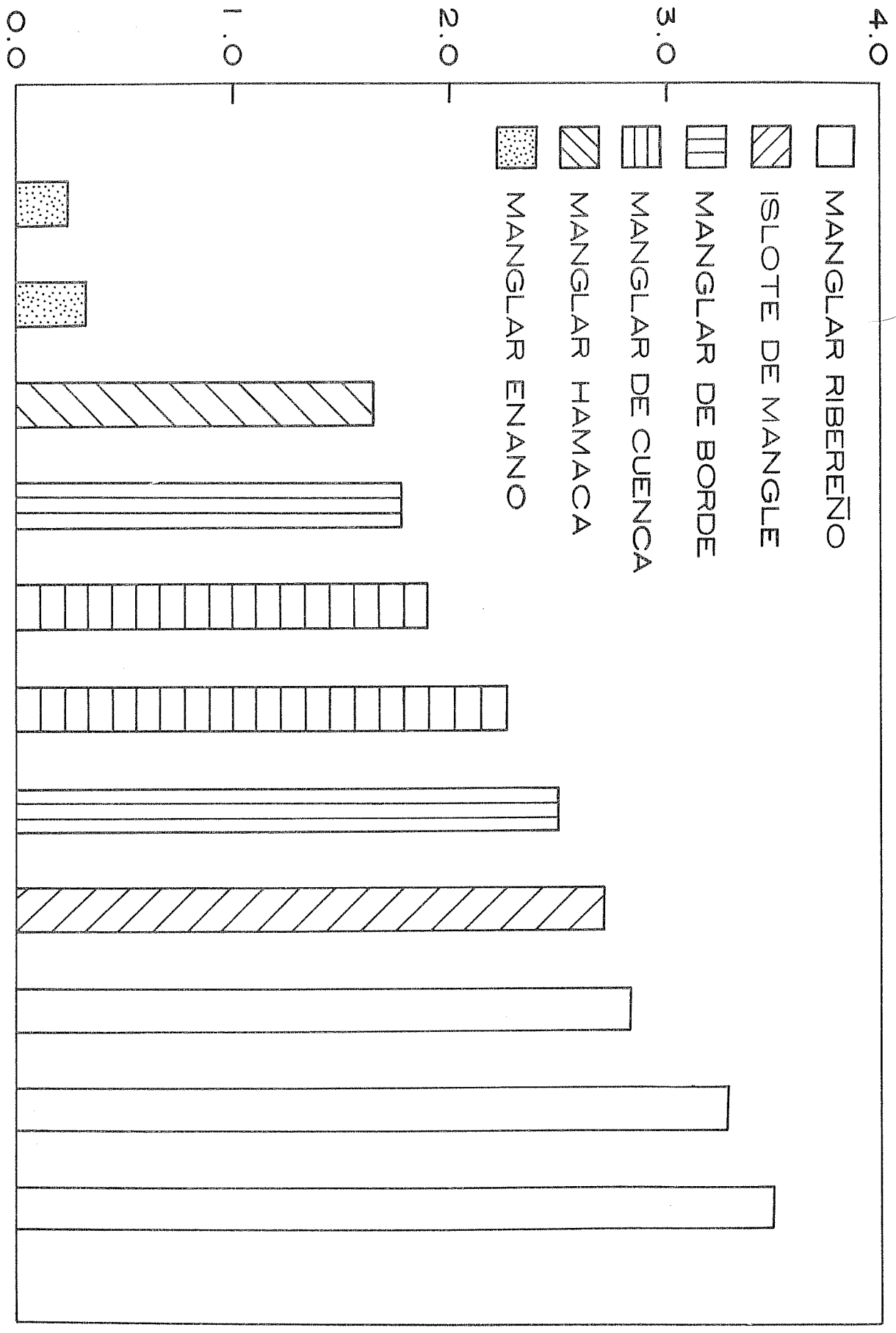
Financial assistance provided in part by Coastal Zone Management Act of 1972, administered by Office of Coastal Zone Management, National Oceanic and Atmospheric Administration

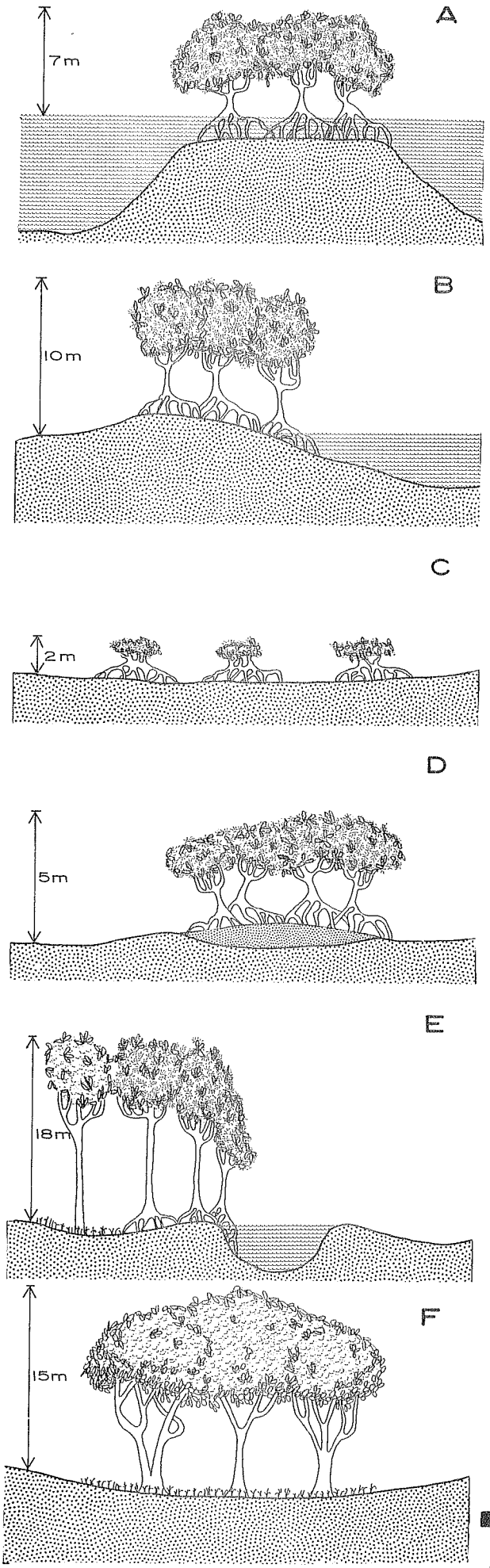
DISTRIBUCIÓN DE MANGLARES Y ZONAS DE VIDA



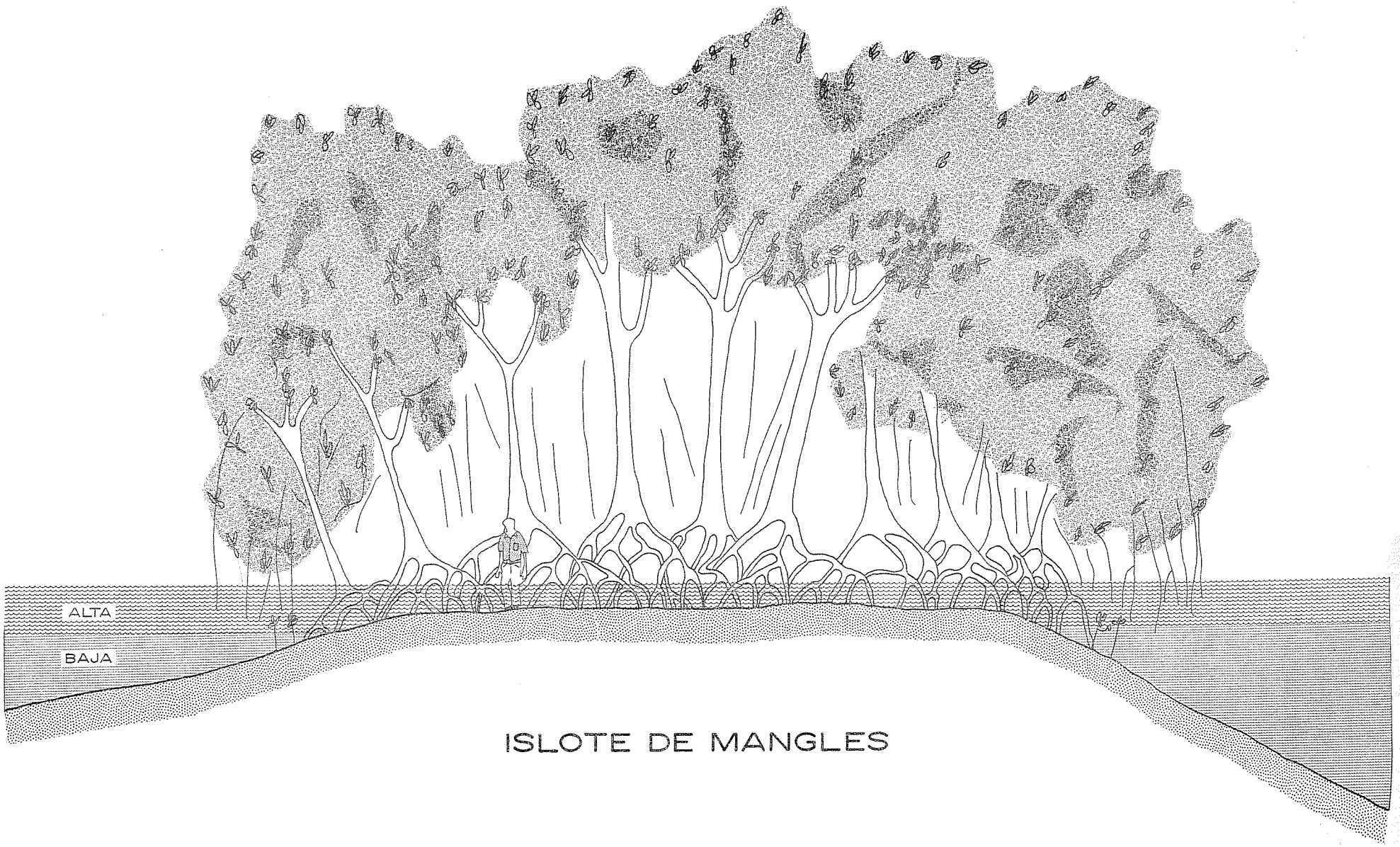
FUNCIONAMIENTO DE UN MANGLAR

PRODUCCION DE HOJARASCA
g/m²/dia

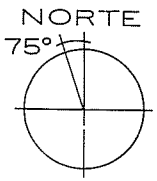


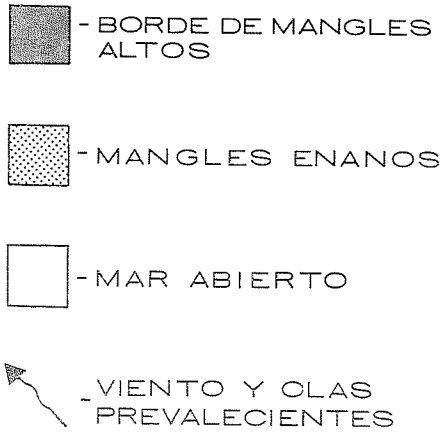


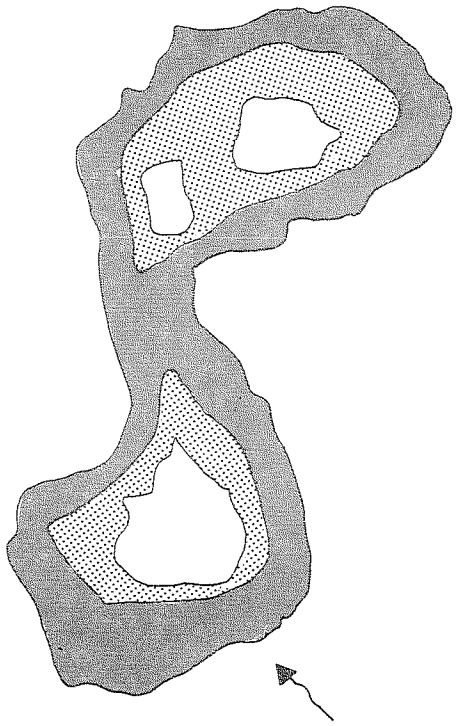
TIPOS DE MANGLARES



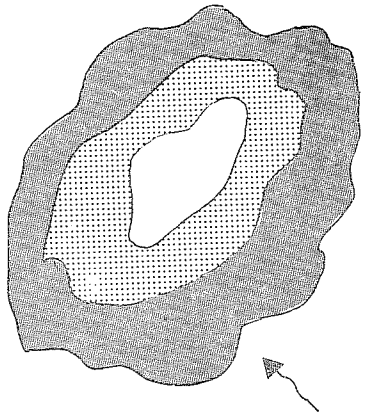
ISLOTE DE MANGLES



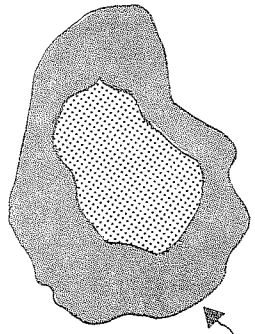




ISLA MADURA CON UNA ZONACION BIEN DESARROLLADA Y LAGUNAS HIPERSALINAS.

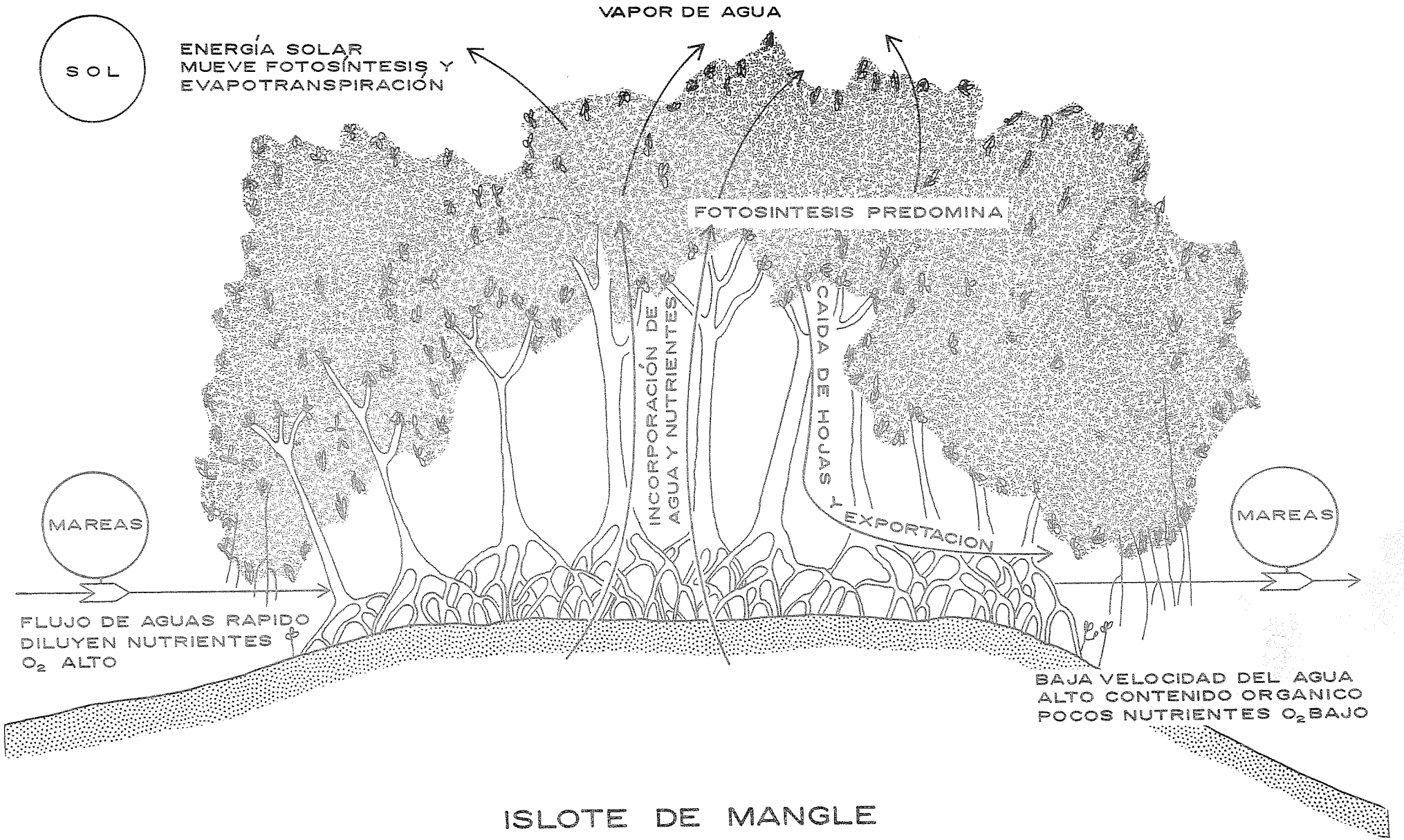


ISLA CON ANILLOS CONCENTRICOS DE MANGLES ALTOS Y ENANOS ALREDEDOR DE UNA LAGUNA HIPERSALINA.

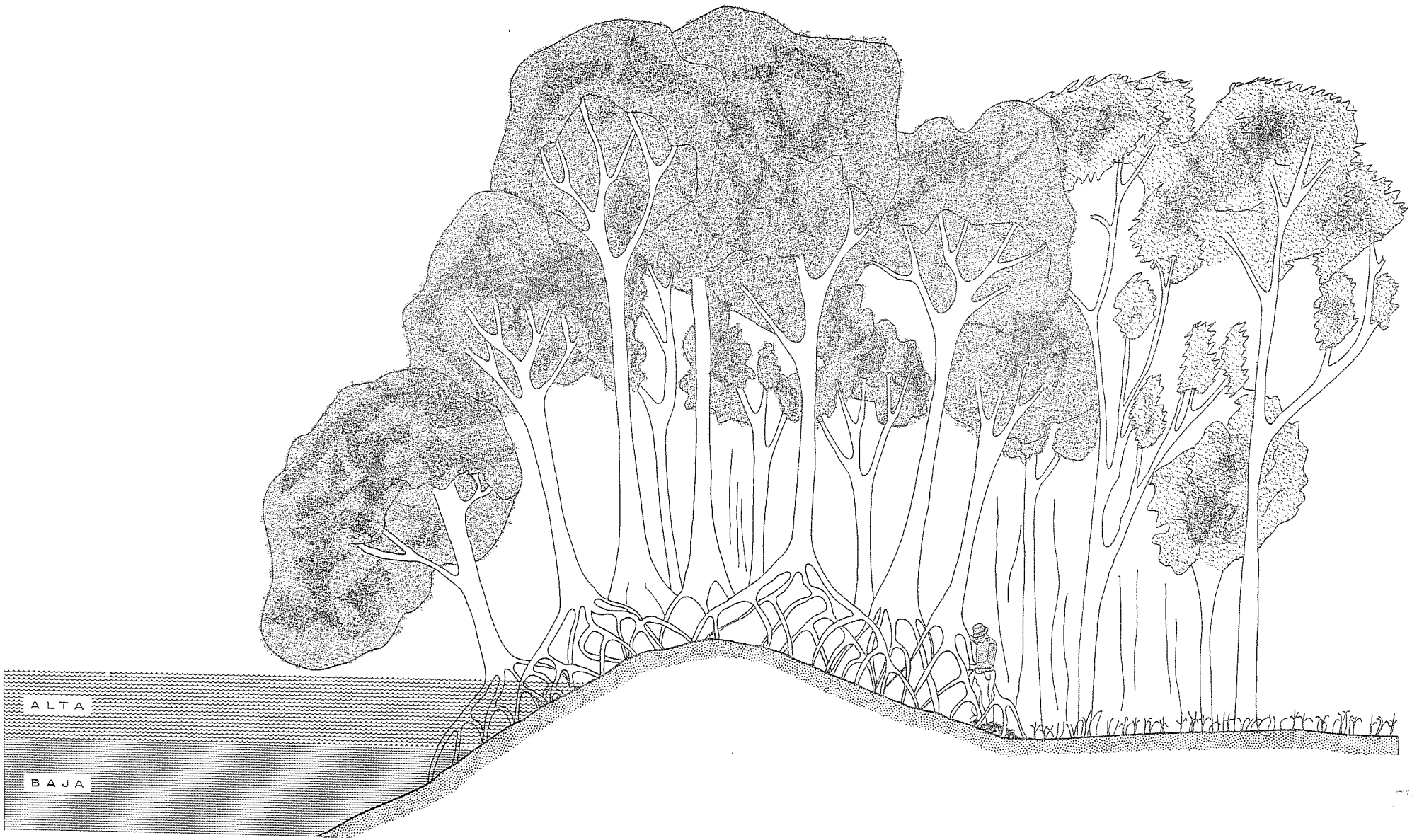


ISLA CON UN CENTRO DE MANGLES ENANOS, RODEADA DE UN MANGLAR DE BORDE.

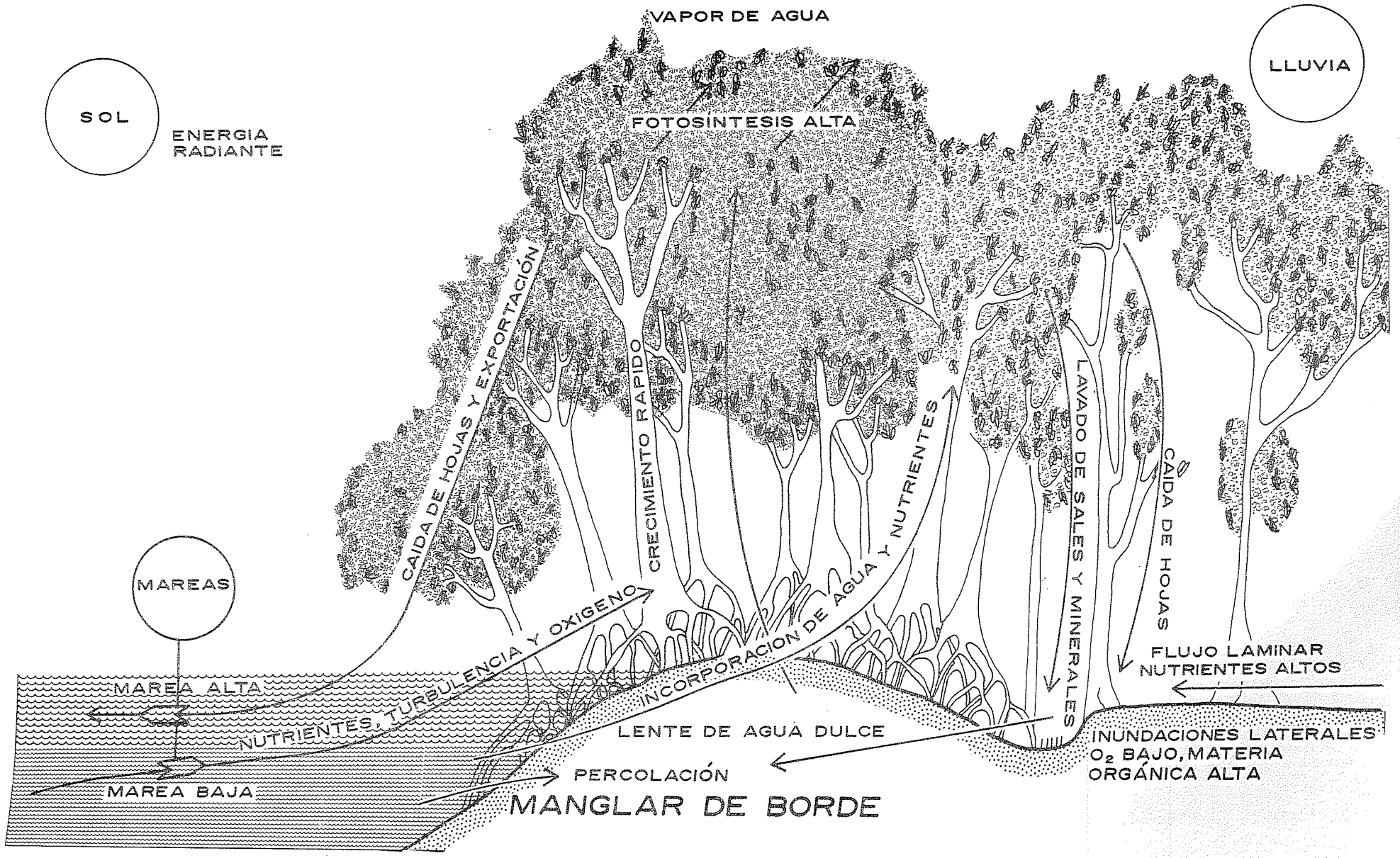
ISLOTES DE MANGLE

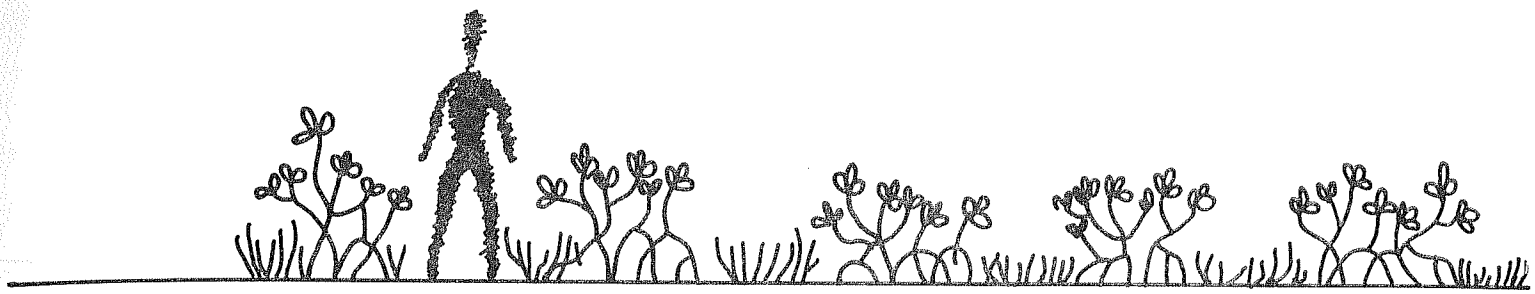


ISLOTE DE MANGLE

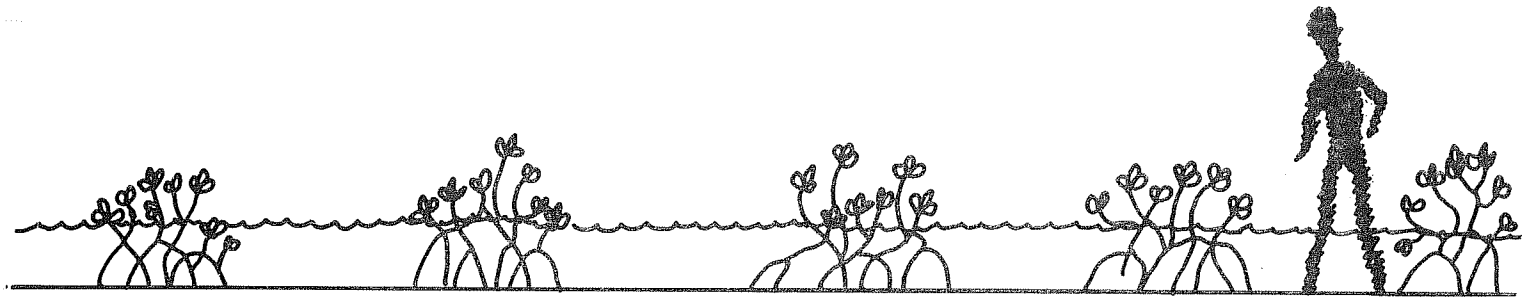


MANGLAR DE BORDE

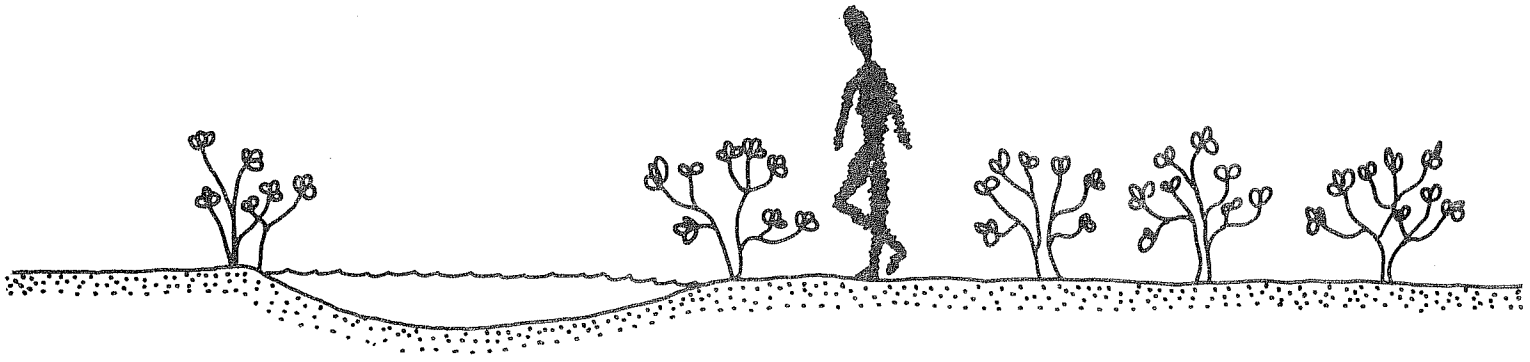

SOL
ENERGIA RADIANTE
VAPOR DE AGUA
FOTOSINTESIS ALTA
LLUVIA
CAIDA DE HOJAS Y EXPORTACIÓN
CRECIMIENTO RAPIDO
LAVADO DE SALES Y MINERALES
CAIDA DE HOJAS
MAREAS
INCORPORACION DE AGUA Y NUTRIENTES
FLUJO LAMINAR
NUTRIENTES ALTOS
MAREA ALTA
NUTRIENTES, TURBULENCIA Y OXIGENO
LENTE DE AGUA DULCE
INUNDACIONES LATERALES
O_2 BAJO, MATERIA ORGÁNICA ALTA
PERCOLACIÓN
MAREA BAJA
MANGLAR DE BORDE



MANGLES Y YERBAS



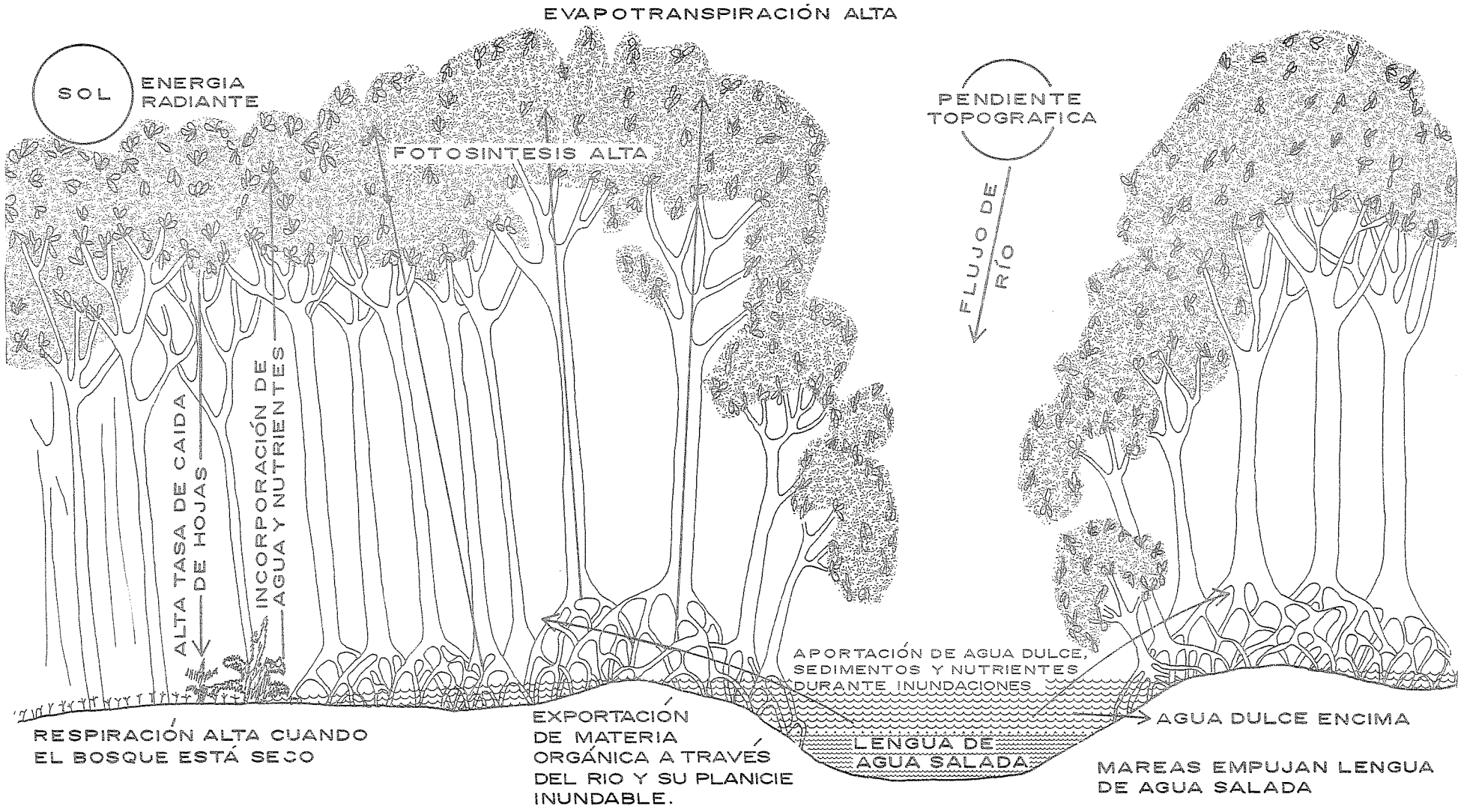
MANGLES Y AGUA



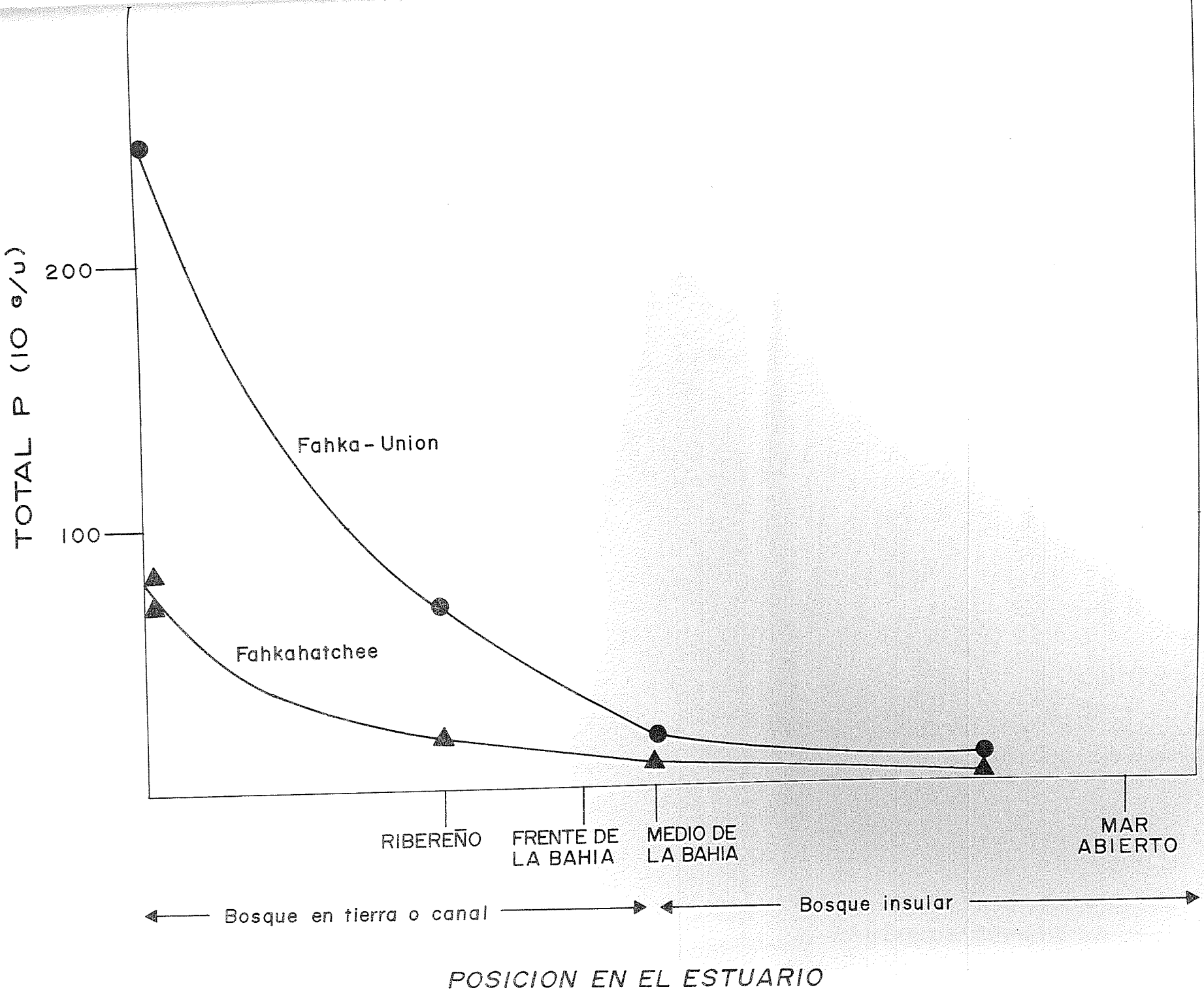
MANGLES Y ARENA

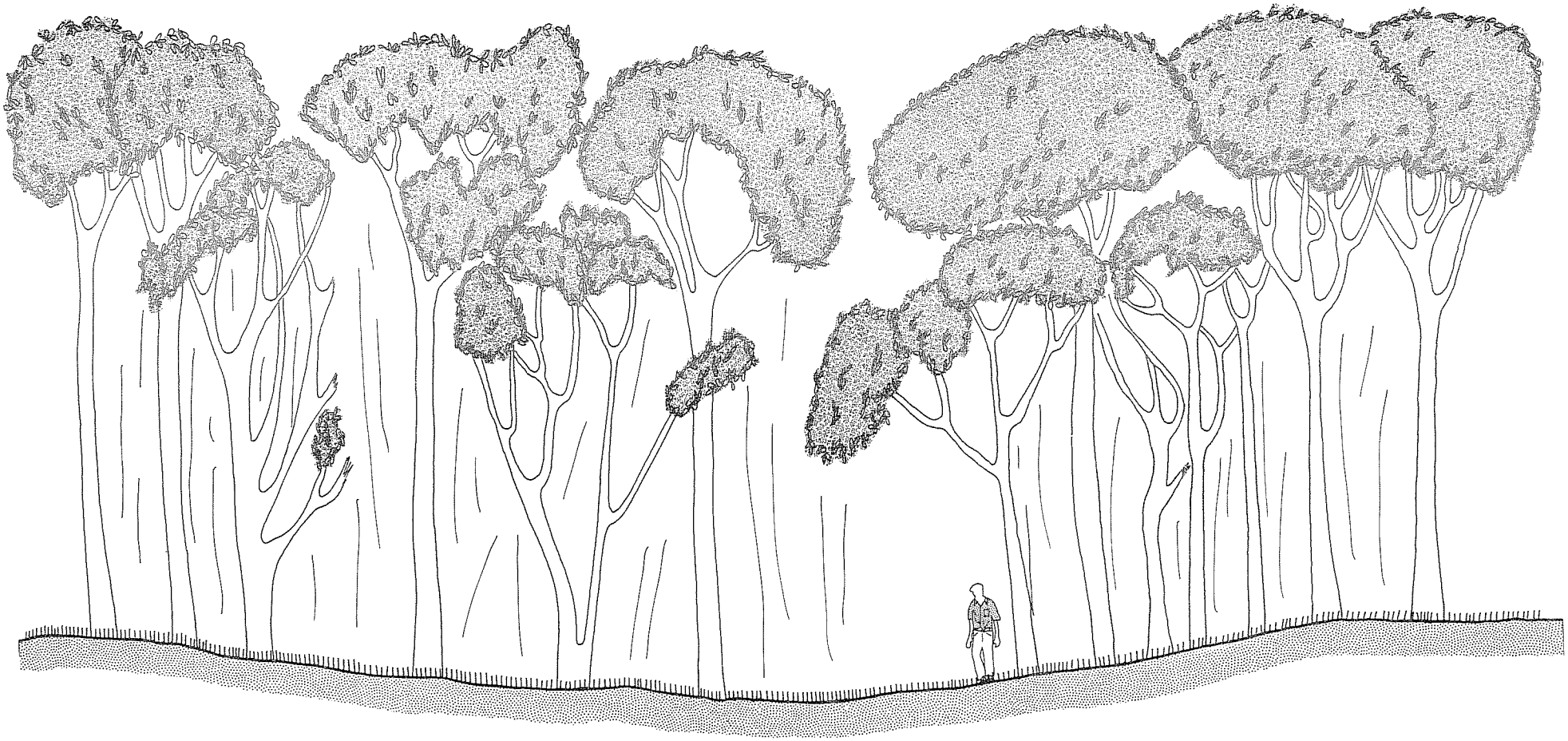
MANGLAR ENANO

MANGLAR RIBEREÑO

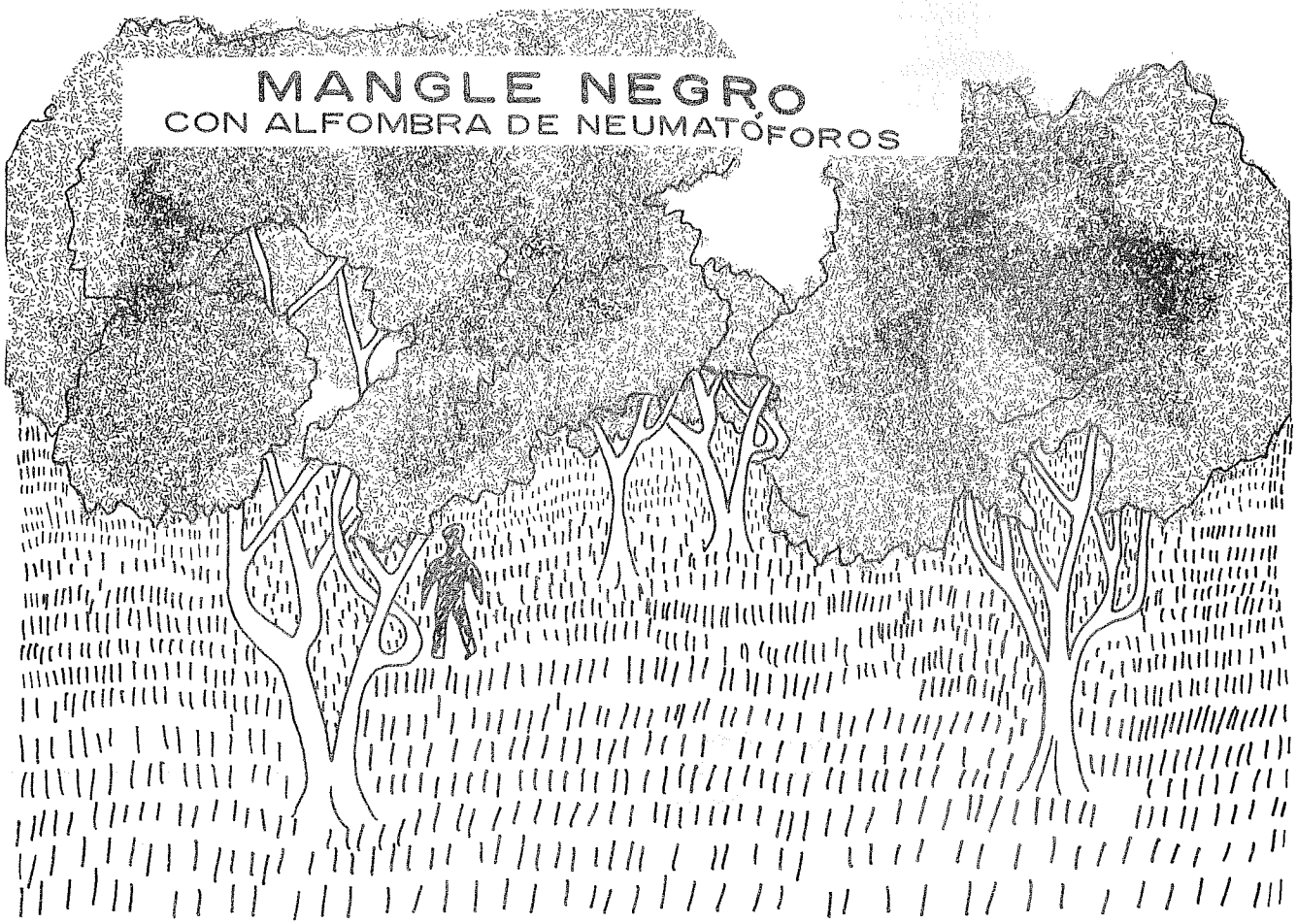


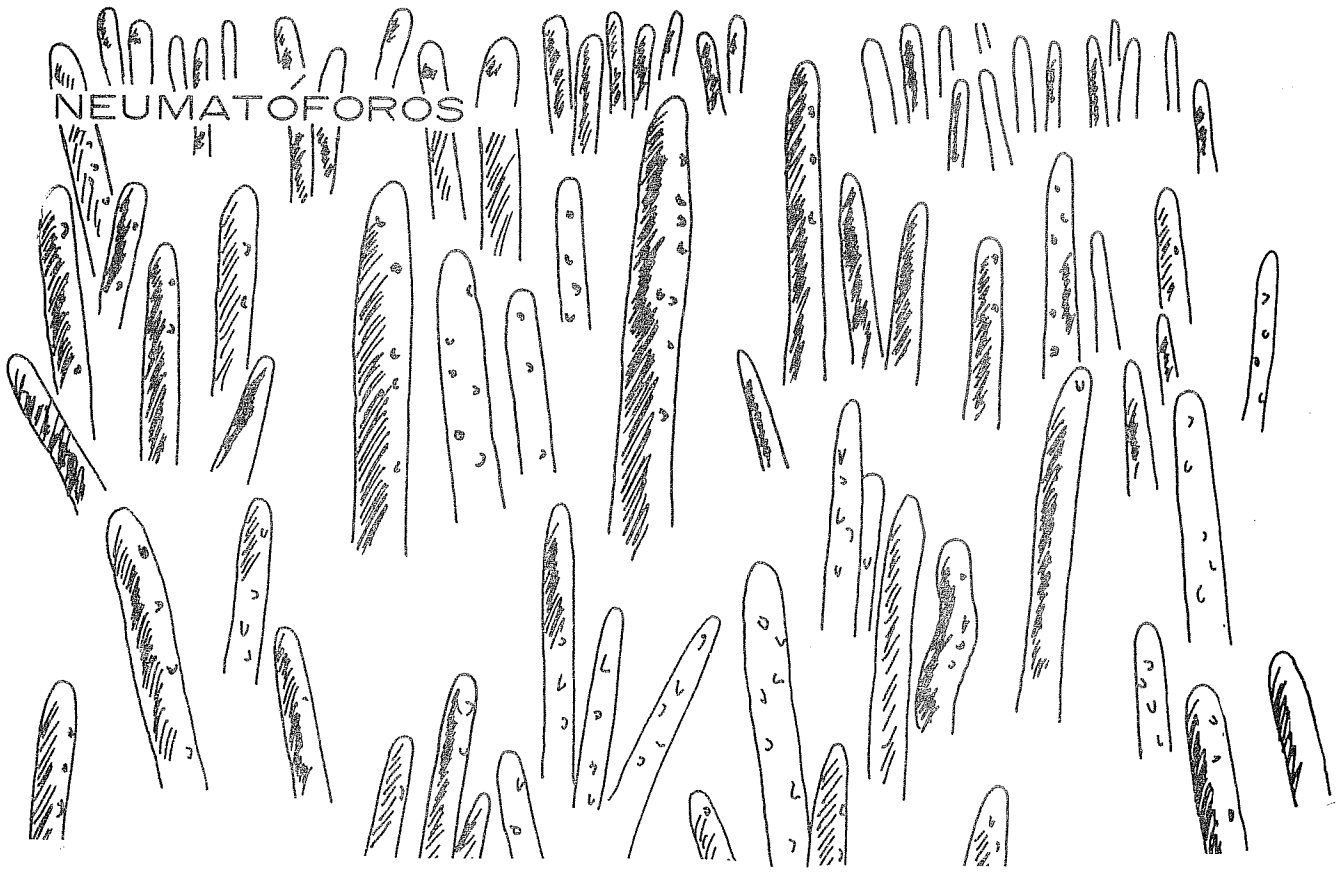
MANGLAR RIBEREÑO


TOTAL P (10 g/u)
200
100
Fahka-Union
Fahkahatchee
RIBEREÑO
FRENTE DE LA BAHIA
MEDIO DE LA BAHIA
MAR ABIERTO
Bosque en tierra o canal
Bosque insular
POSICION EN EL ESTUARIO

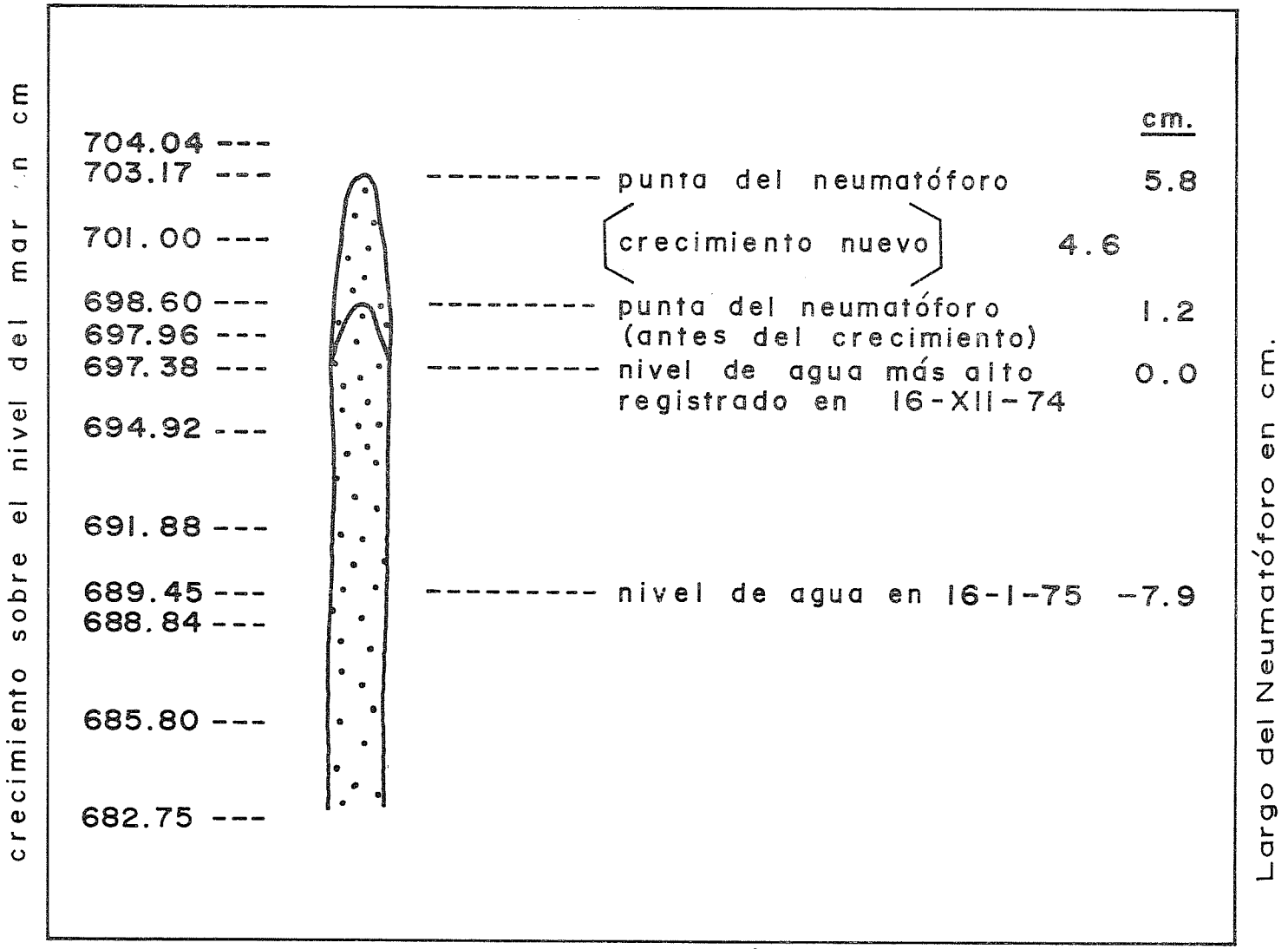


MANGLAR DE CUENCA

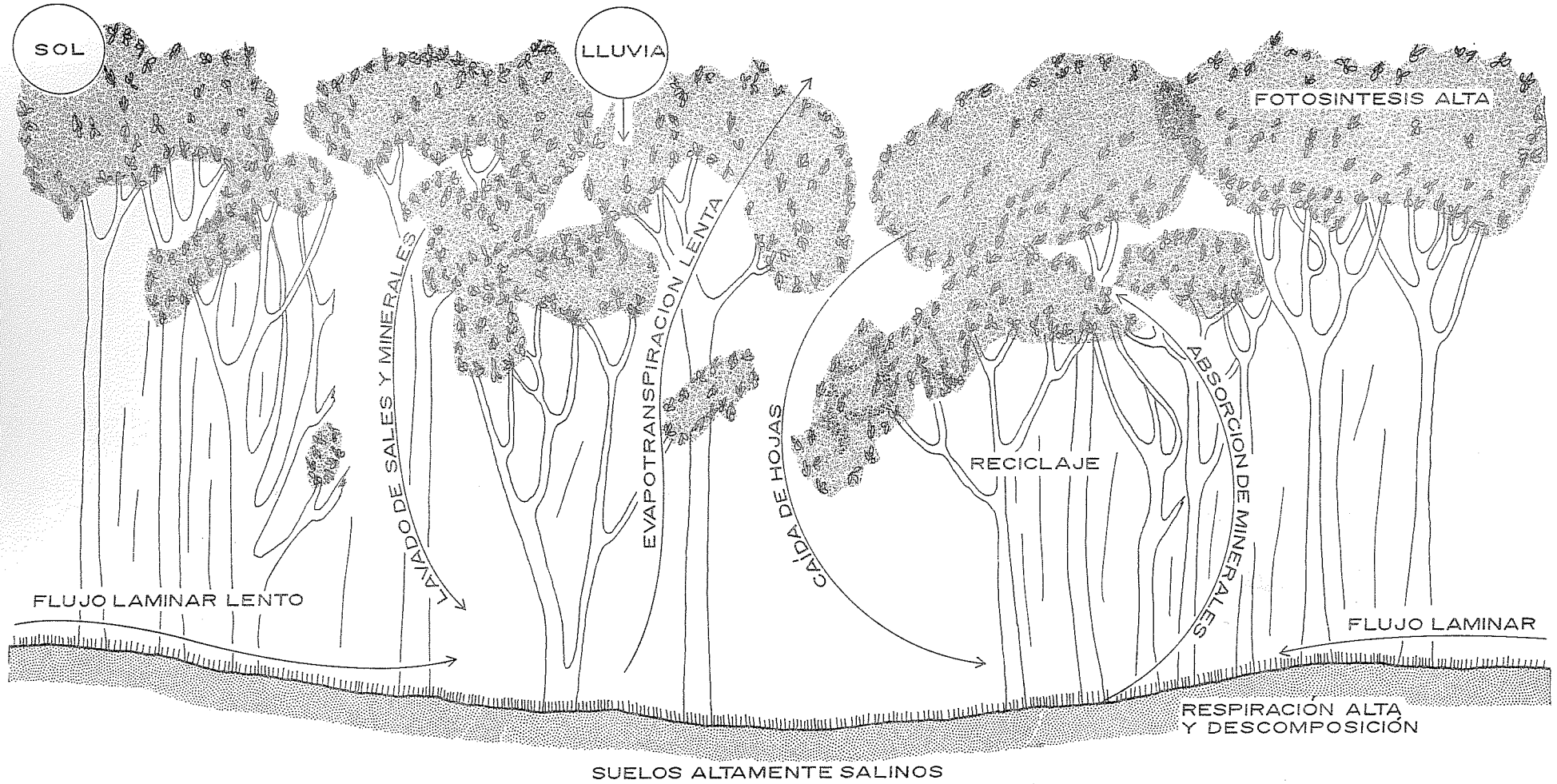




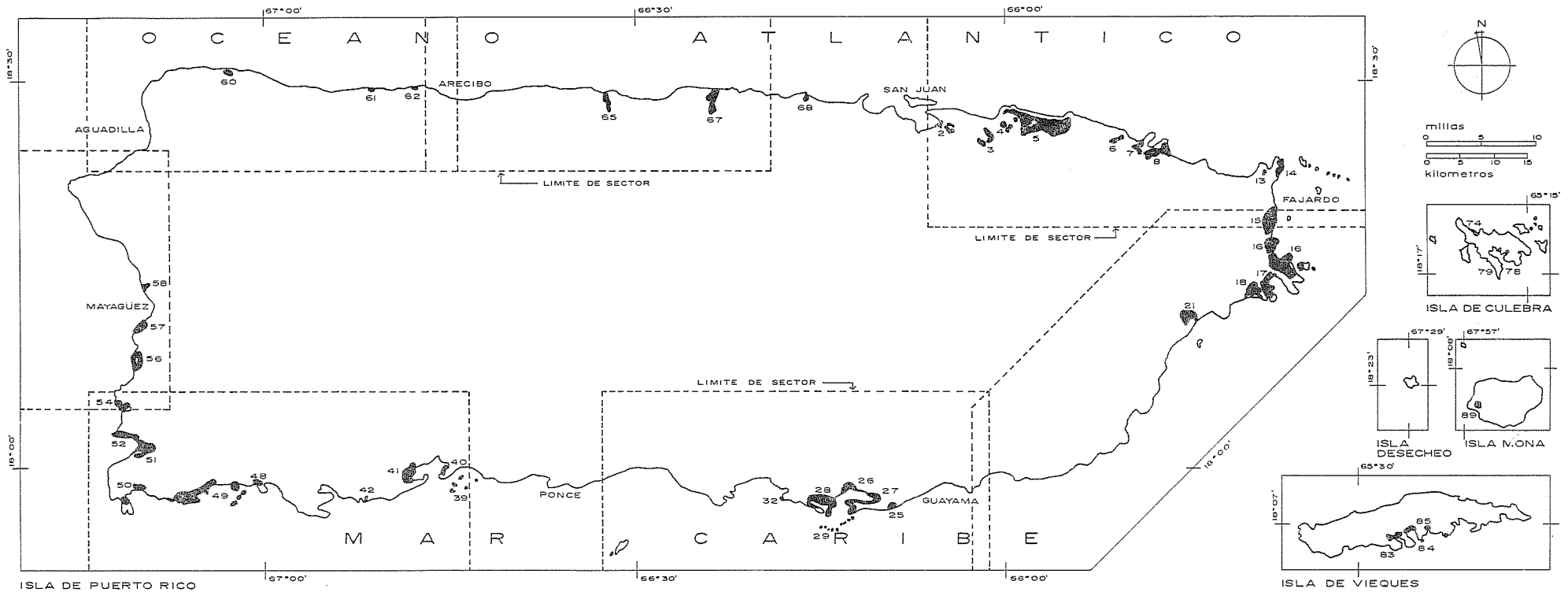
VISTA GENERAL DE UNA ALFOMBRA DE NEUMATÓFOROS.



RESPUESTA DE LOS NEUMATÓFOROS DE AVICENNIA A CAMBIOS EN EL NIVEL DEL AGUA

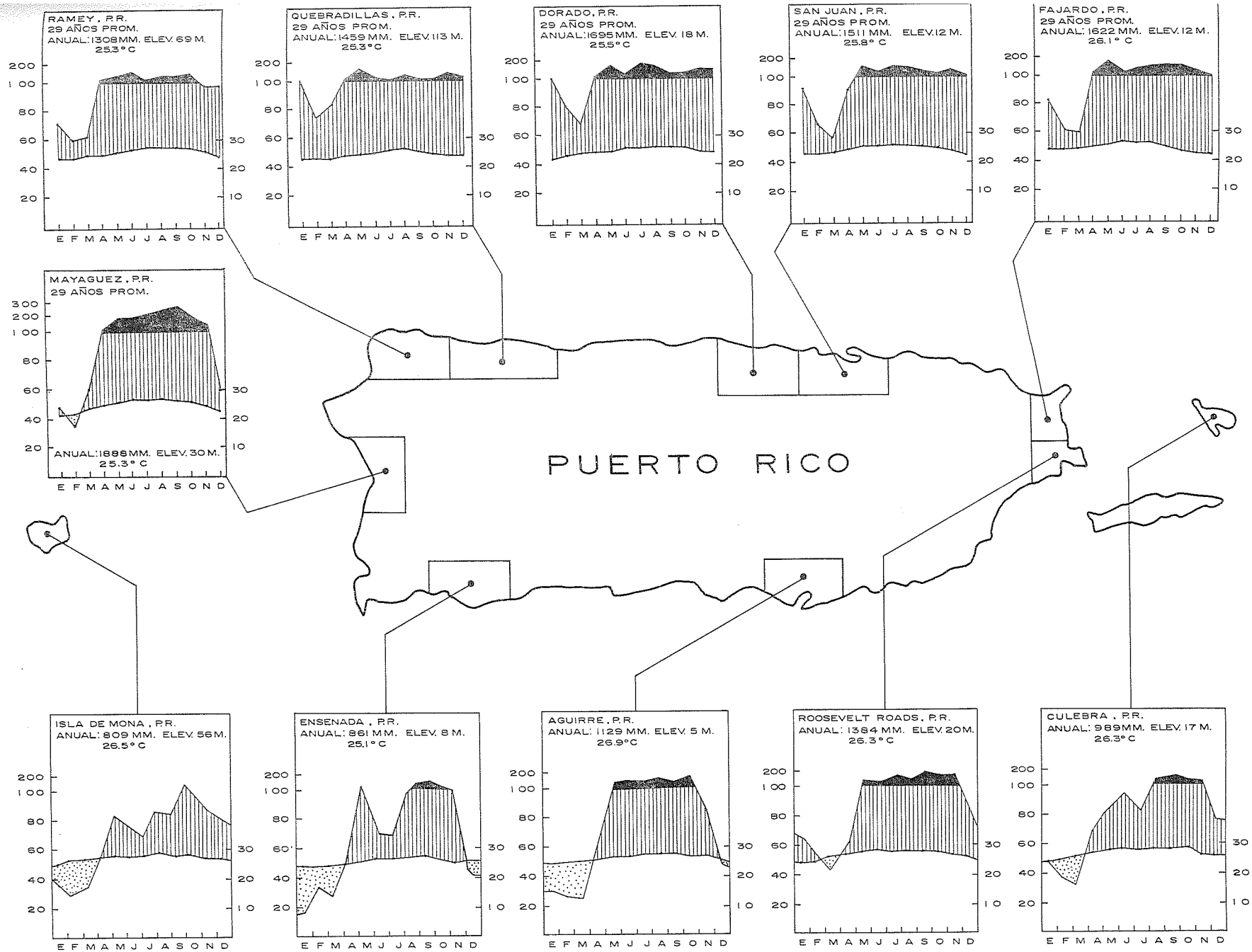


MANGLAR DE CUENCA

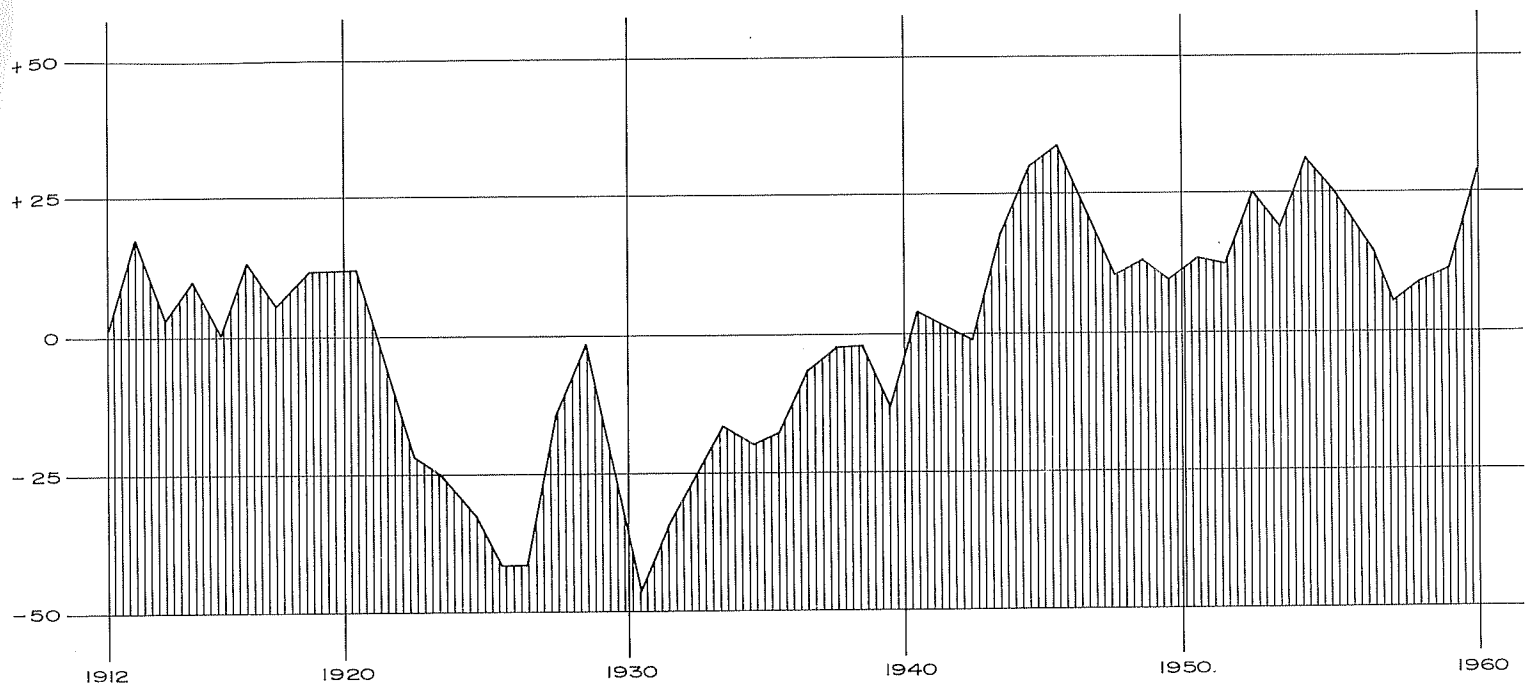


Financial assistance provided in part by Coastal Zone Management Act of 1972, administered by Office of Coastal Zone Management, National Oceanic and Atmospheric Administration

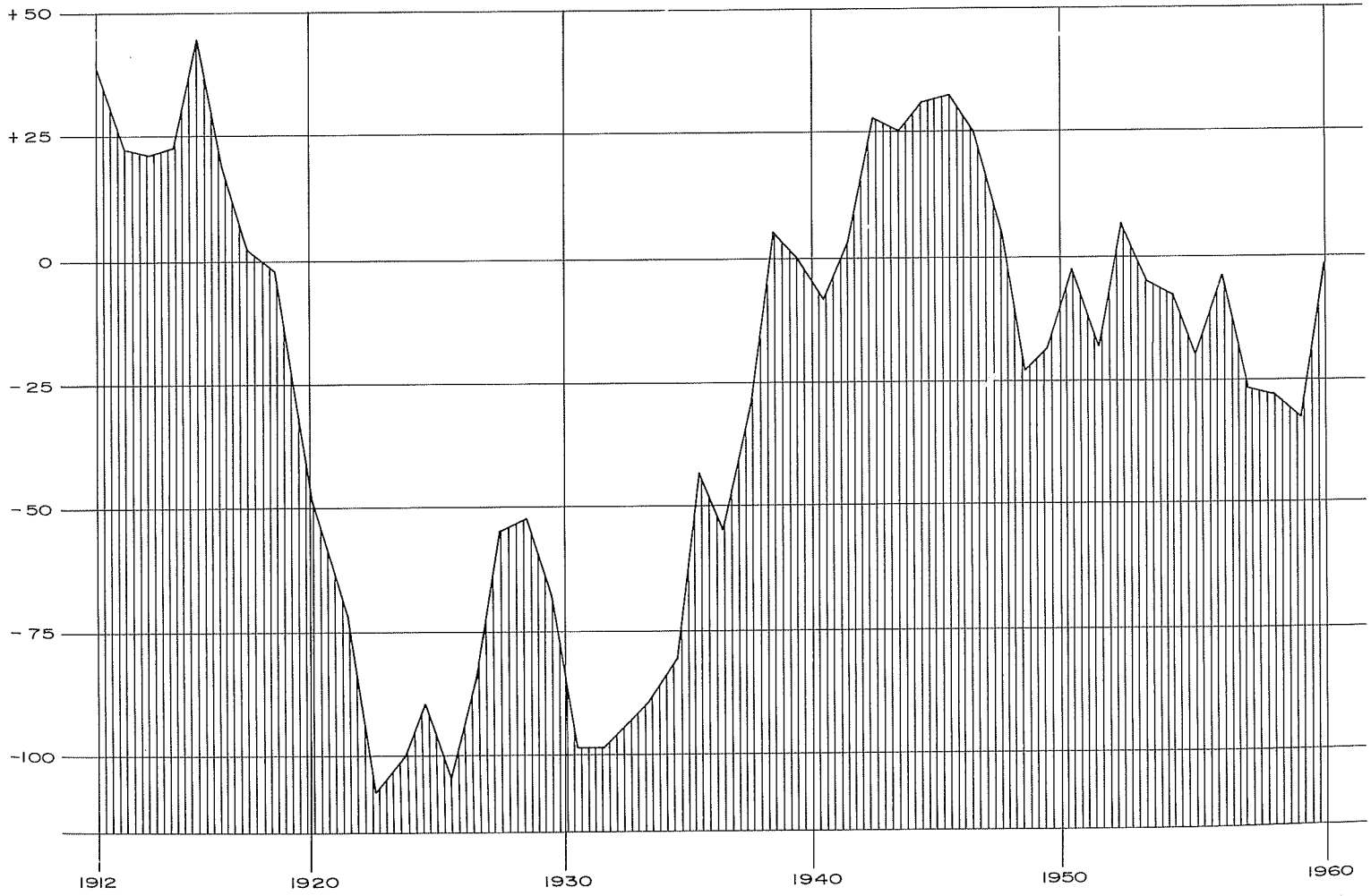
ALGUNOS MANGLARES QUE HAN SIDO OBJETO DE INVESTIGACION POR VARIAS ENTIDADES



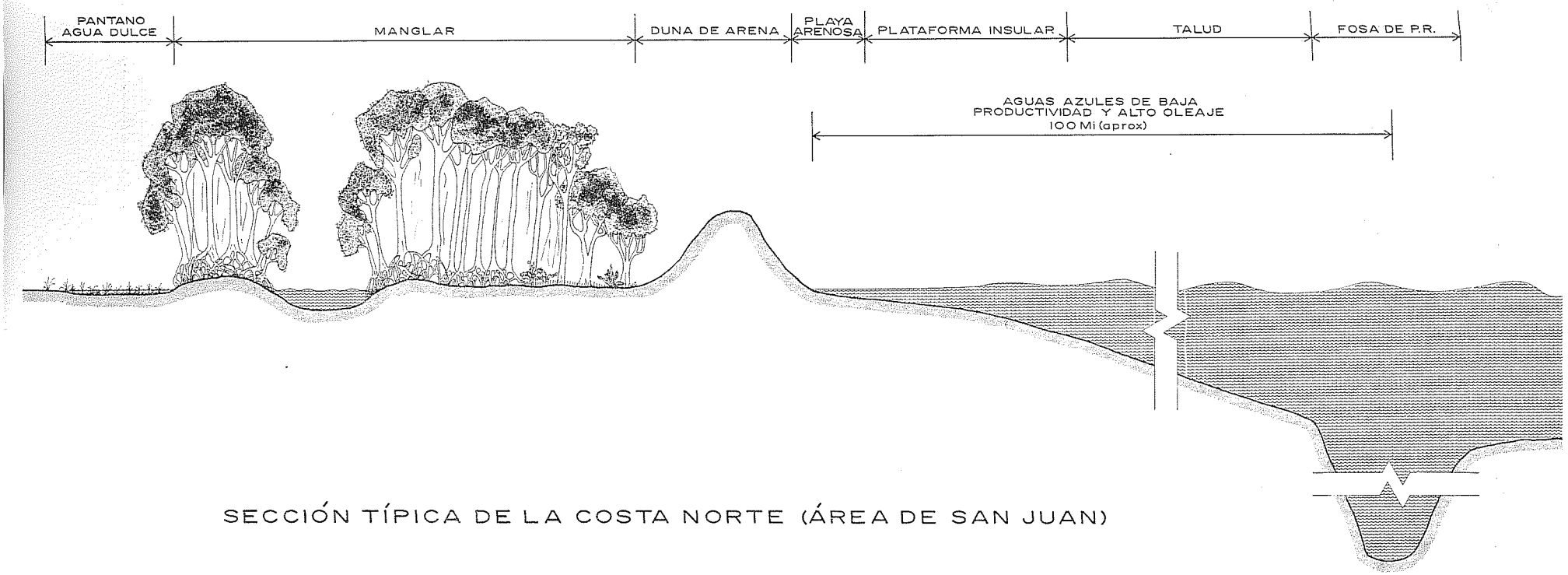
DIAGRAMAS CLIMÁTICOS DE LOCALIDADES COSTERAS EN PUERTO RICO



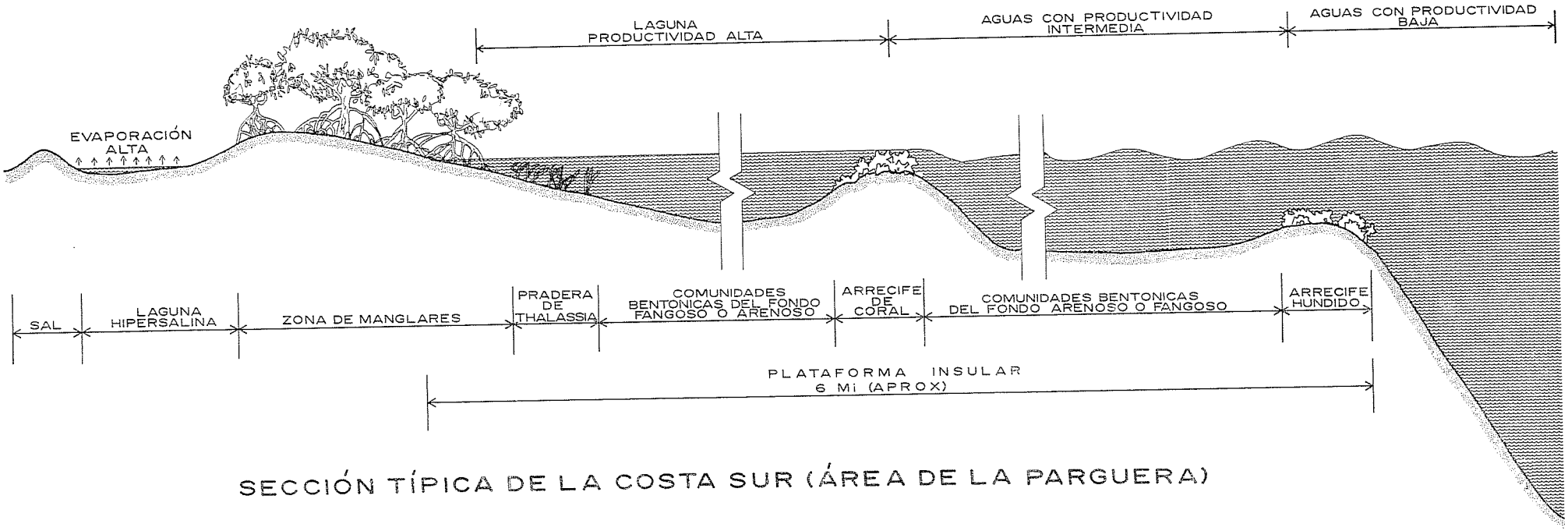
VARIACIONES EN LA PRECIPITACION EN GUAYABAL, P.R.



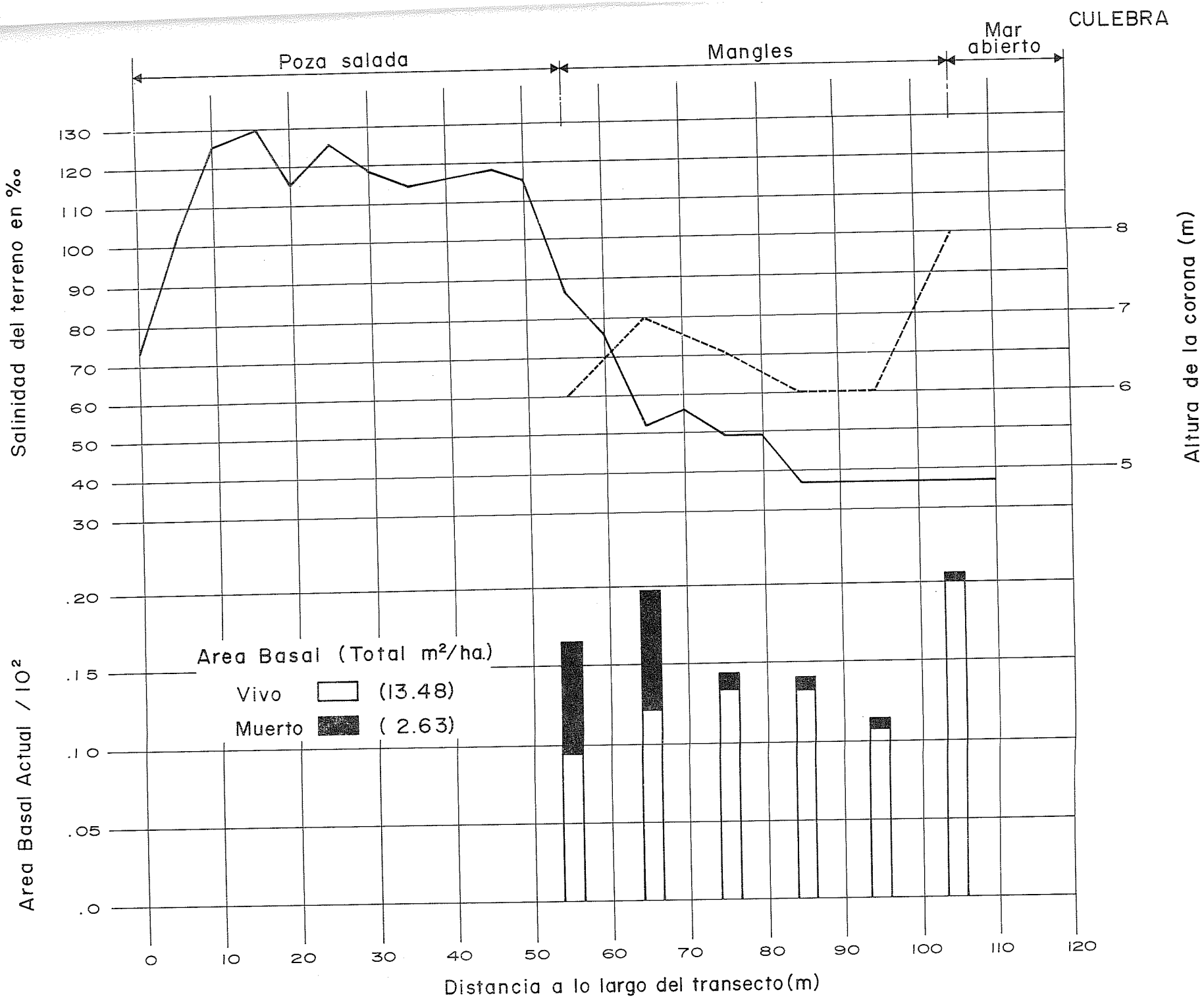
VARIACIONES EN LA PRECIPITACION EN CRISTOBAL, PANAMA



SECCIÓN TÍPICA DE LA COSTA NORTE (ÁREA DE SAN JUAN)



SECCIÓN TÍPICA DE LA COSTA SUR (ÁREA DE LA PARGUERA)



CAMBIOS A TRAVES DE UN MANGLAR

LISTA DE TABLAS

1. Cuerdaje total aproximado de manglares en Puerto Rico.

2. Factores reguladores de la productividad del manglar relacionados con las mareas y la composición química del agua. (Fuente: Carter et al, en Lugo y Sneadaker, 1974)

3. Servicios prestados por todos los manglares (aunque en intensidades variables) al hombre y la región a la que pertenecen.

4. Alcances de las salinidades en las cuales las diferentes especies de mangles se observan como especies dominantes.

5. Regiones costaneras de Puerto Rico y sus manglares.

6. Comparación de las costas norte y sur y sus manglares.

7. Los manglares de la Región I: la costa norte central.

8. Los manglares de la Región II: la costa noreste.

9. Los manglares de la Región III: la costa este.

10. Los manglares de la Región IV: la costa sur central.

11. Los manglares de la Región V: la costa suroeste.

12. Diversidad de especies animales acuáticos en los manglares del suroeste de Puerto Rico. (Fuente: Kolehmainen & Hildner, 1975).

13. Los manglares de la Región VI: la costa oeste.

14. Comparación de las lagunas costaneras de Puerto Rico.

15. Los manglares de la Región VII: la costa noroeste.

16. Los manglares de la Región VIII: la costa de las islas adyacentes.

17. Los manglares del Area Metropolitana de San Juan.

TABLA 1

Año	Fuente	Area (cuerdas)	Area (acres)
Extensión original	(1)	30,000 cuerdas	29,136 acres
1918	(2)	20,593 "	20,000 "
1938	(3)	16,474 "	16,000 "
1959	(1)	18,533 "	18,000 "
1968	(4)	17,050 "	16,558 "
1970-1971	(5)	17,092 "	16,600 "
1972	(6)	17,998 "	17,480 "
1974		16,504 "	16,029 "

1. Wadsworth, 1959
2. Murray-Bruner, 1918
3. Holdridge, 1940
4. Wadsworth, 1969
5. Heatwole, 1970-71
6. Depart. Recursos Naturales, 1972

Tabla 1: Cuerdaje total aproximado de manglares en Puerto Rico

TABLA 2

1. Factores relacionados con las mareas

   a. Transportación de oxígeno a las raíces.

   b. Intercambio físico entre el agua disuelta en el terreno y la masa de agua sobre éste removiéndose así sulfitos tóxicos y reduciéndose el contenido total de sal en el agua del terreno.

   c. Interacción de las mareas con la carga particular del agua superficial para determinar la razón de deposición de sedimentos o de erosión en un momento dado.

   d. Posible transportación de nutrientes regenerados por las cadenas tróficas de detrito hasta la zona de las raíces del mangle mediante el movimiento vertical del nivel freático.

2. Factores químicos del agua

   a. El contenido total de sales gobierna el gradiente de presión osmótica entre el agua en solución en la tierra y el sistema vascular de las plantas afectando así la razón de transpiración de las hojas.

   b. Un alto contenido de macro-nutrientes en la solución del terreno que posiblemente permite el mantenimiento de una alta productividad en los manglares a pesar de las bajas razones de transpiración causadas por las altas concentraciones salinas en el agua de mar.

   c. Los macro-nutrientes aloctonos contenidos en la escorrèntía durante la época de lluvia posiblemente dominan el presupuesto de macro-nutrientes del ecosistema de mangles.

Tabla 2: Factores reguladores de la productividad del manglar relacionados con las mareas y la composición química del agua. (Fuente: Carter et al, en Lugo y Snedaker, 1974).

TABLA 3

1. Alta producción de materia orgánica que puede ser consumida localmente, acumulada en turbas, o exportada a otros ecosistemas.

3. La productividad local puede canalizarse hacia la producción maderera para el hombre.

3. Las turbas son valiosas como combustible o como substrato para ciertas actividades.

4. Las exportaciones pueden influir la producción alta de peces y otros organismos marinos que son de beneficio para el hombre.

5. Excelente protección de los procesos de erosión de las costas especialmente porque evitan la erosión y son capaces de revertir el proceso, al acelerar los procesos de deposición.

6. Representan la "primera línea" de defensa contra catástrofes como huracanes, marejadas y tsunamis.

7. Habitáculo preferido para anidaje por muchos pájaros y en muchas áreas las únicas áreas remotas disponibles para muchas especies de la vida silvestre.

8. Aguas para desove y reproducción de una variedad de peces y especies acuáticas (manatíes tortugas, etc) marinas y de agua salobre.

9. Criaderos y fuentes de alimento para muchas de estas especies.

10. Refugio de muchas otras especies durante tiempos adversos.

11. Lugar de retención de las aguas de inundaciones tanto marinas como pluviales.

12. Depuradores de nutrientes, metales pesados y otras substantcias disueltas o suspendídas en las aguas de inundaciones.

13. Contribución a la reducción de oscilaciones ambientales, particularmente en las cercanías de las ciudades (ruído, agua, polvo, contaminación del agua, etc.).

Tabla 3: Servicios prestados por todos los manglares (aunque en intensidades variadas) al hombre y a la región a la que pertenecen.

TABLA 4

Especie	Alcance de la salinidad del terreno (en partes por mil) en las localidades donde predominan
Mangle rojo	32 - 35
Mangle negro	36 - 66*
Mangle blanco	36 - 66*

Tabla 4: Alcanzes de algunas salinidades del terreno en las cuales las especies de mangle indicadas se observan como las dominantes. Estos valores no deben interpretarse como representativos del alcanze de salinidades toleradas por las diferentes especies si no, más bien como indicadores generales de situaciones comunmente encontradas (Fuente: Lugo y Cintrón, 1977; Cintrón et al., 1976).

* árboles con apariencia de arbustos en concentraciones altas de salinidad.

TABLA 5

Región Costera	Area en ha		Número y tipo de bosques*					
	Región	Manglares	Ribereño	Cuenca	Borde	Islote	Enano	Total**
I- Norte (Central)	37,205	475	5	6	***			9
II- Noreste	37,008	2021	6	9	4			11
III- Este	44,882	1285	4	5	5			9
IV- Sur (Central)	56,299	937	1	3	13	4	Abundante	15
V- Suroeste	44,488	988		2	14	5	Abundante	15
VI- Oeste	28,740	207	2	2	2			4
VII- Noroeste	25,984	48		4			Abundante	4
VIII- Islas Adyacentes	22,047	252						15
Area Metropolitana		274		2	5			6
Total	296,653	6,497						88

Tabla 5: Regiones costaneras de Puerto Rico y sus manglares.

*La clasificación de algunos manglares podría cambiar tras estudios detallados.

**El total se refiere al número actual ininterrumpido de manglares. La clasificación por tipos puede incluir más de los que predominan en un manglar específico.

***Un espacio vacio indica la ausencia del tipo, o que, de estar presente no es predominante.

TABLA 6

	Costa Norte	Costa Sur
Ambiente Físico		
Precipitación (pulgadas)	64	25
Temperatura (°F)	77	79
Evapotranspiración potencial (pulgadas)	56	62
Escorrentía terrestre al mar (acres-pies por año)	1,410,000	125,000
Salinidad del agua superficial del bosque (PPM ± EE)	23.2 ± 7.4	40.9 ± 3.4
Salinidad del agua delterreno (PPM ± EE)	34.8 ± 7.8	43.3 ± 4.4
Conección con el mar	indirecta	indirecta
Características Biológicas		
Tipos predominantes de bosques	ribereño, cuenca	borde, islotes, enanos
Especies dominantes	predominan las malezas	mangle rojo tiende a ser dominante
Altura de la corona	generalmente sobre 10m.	generalmente bajo 10m.
Producción de hojarasca	mayor que su equivalente del sur	menor que su equivalente del norte

Tabla 6: Comparación de las costas norte y sur y sus manglares.

TABLA 7

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos Predominantes
Tiburones-Islote	44.08	cuenca
Palmas Altas	6.41	ribereño
La Boca	17.50	-
La Esperanza	9.78	-
Rio Cibuco	222.13	ribereño y cuenca
Rio La Plata	13.22	cuenca
Mameyal	28.57	cuenca
Rio Cocal	117.64	ribereño y cuenca
Rio Bayamón	15.22	ribereño
Total	474.55	

Tabla 7: Los manglares de la Región I: la costa norte central.

TABLA 8

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos Predominantes
Piñones-Torrecilla-Vacia Talega	1382.26	cuenca, borde, ribereño
Rio Herrera	31.26	cuenca, ribereño
Rio Espíritu Santo	131.43	ribereño, cuenca
La Picua	265.14	cuenca, borde
Rio Mameyes	37.54	cuenca, ribereño
Punta La Bandera	10.02	cuenca
Río Juan Martín	10.42	ribereño, cuenca
El Convento	29.39	cuenca, borde
Laguna Aguas Prietas	18.17	borde
Laguna Grande	43.01	borde
Río Fajardo	62.78	ribereño, cuenca
Total	2,021.42	

Tabla 8: Los manglares de la Región II: la costa noreste.

TABLA 9

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos predominantes
Puerto Medio Mundo	412.46	cuenca,borde
Ensenada Honda	217.72	borde
Rio Daguao	164.16	borde, cuenca, ribereño
Bahía Algodones	124.09	borde, cuenca
Bahía Lima	7.61	borde
Río Antón Ruíz	295.33	ribereño
Punta Candelero	12.42	ribereño
Punta Tuna	6.41	cuenca
Punta Viento	44.48	cuenca, ribereño
Total	1,284.68	

Tabla 9: Los manglares de la Región III: la costa este.

TABLA 10

Identificación Manglares	Area (ha)	Tipos Predominantes*
Las Mareas	4.01	cuenca
Puerto de Jobos	313.29	borde
Punta Pozuelo	96.17	borde, islote
Mar Negro	47.95	borde, islote
Cayos de Barca y Pájaros	65.86	borde, cuenca, islote
Punta Arenas	26.58	borde
Cayo de Ratones	17.37	borde
Cayo Mata	21.37	borde
Bahía de Jauca	24.58	borde
Punta Petrona y Cayos	185.46	borde, islote
Playa Cortada	13.49	cuenca
Cayo Berberia	31.12	borde
Punta Cabullón y Cayos Frios	41.14	borde, ribereño
Laguna de las Salinas	13.63	borde, cuenca
Bahía de Tallaboa	34.59	borde
Total	936.61	

Tabla 10: Los manglares de la Región IV: la costa sur central.

*Mangles enanos abundan en toda la región.

TABLA 11

Identificación Manglares	Areas (ha)	Tipos Predominantes *
Bahía de Guayanilla	18.70	borde
Puerto de Guayanilla	130.90	borde
Caña Gorda	43.04	borde, islote
Faro de Guánica	6.81	borde
Bahía de Guánica	12.82	borde
Ensenada Las Pardas	4.67	borde, islote
Punta Manglillo	5.61	borde, islote
Bahía Montalva	38.47	borde, islote
Bahía Fosforescente	27.25	borde
La Parguera	418.61	borde, islote
La "Garra" y Bahía Sucia	40.07	borde
Refugio de Aves y Caño Boquerón	202.09	borde, cuenca
Bahía de Boquerón	21.91	borde
Punta la Mela	4.01	cuenca
Puerto Real	23.24	borde
Total	998.20	

Tabla 11: Los manglares de la región V: la costa suroeste.

*Mangles enanos abundan en toda la región.

TABLA 13

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos Predominantes
Punta Carenero- Punta Ostiones	69.59	borde, cuenca
Laguna Joyuda	29.65	borde
Caño Corazones	83.08	ribereño, cuenca
Caño Boquilla	24.98	ribereño
Total	207.30	

Tabla 13: Los manglares de la Región VI: la costa oeste.

TABLA 14

Criterios	Tipo	
	Costa Norte	Costa Sur
Profundidad	somera (0.8-11 m)	somera
Conección al mar	indirecta	directa
Fluctuaciones de salinidad	amplia (3-38 °/oo)	estrecha (29-41%)
Largo de los "pulsos" de poca salinidad	varios meses	no más de un mes
Salinidad media	bajo el agua de mar normal (32.9%)	cerca al agua de mar normal (34.5%)
Vegetación de los alrededores	mangles	mangles
Afinidad predominante de la familia de los peces	estuarino	marino
Tipo de bioluminiscencia	estacional	todo el año
Turbidez	Alta (profundidad del Secchi (0.3-8 m)	baja (Secchi visible hasta el fondo).
Materia suspendida	Alta (18-254 mg/l)	baja (4.8 mg/l)
Oxigeno disuelto en agua	baja y fluctuante (0-300% saturación)	alta y baja(cerca de saturación)

Tabla 14: Comparación de las lagunas costaneras de Puerto Rico.

TABLA 15

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos Predominantes
Maleza Alta	6.94	cuenca
Bajuras	16.16	cuenca
Carrizales	10.02	cuenca
Maracayo	15.09	cuenca
Total	48.21	

Tabla 15: Los manglares de la Región VII: la costa noroeste.

TABLA 16

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos Predominantes
Flamenco	5.21	borde
Playa Resaca	1.12	cuenca, borde
Playa Braba	4.01	cuenca, borde
Playa Larga	2.72	cuenca, borde
Puerto del Manglar	4.14	borde
San Ildefonso	5.21	borde
Ensenada del Coronel y del Cementerio	3.37	borde
Punta Arenas-Laguna Kiani	78.54	
Laguna Playa Grande	22.71	
Playa Sombe-Puerto Mosquito	40.20	
Puerto Ferro	18.97	
Bahía Tapón	8.02	
Bahía Chiva	13.49	
Laguna Yanuel	10.82	
Ensenada Honda	33.93	
Total	252.46	

Tabla 16: Los manglares de la Región VII: la costa de las islas adyacentes.

TABLA 17

Identificación Manglar	Area (ha)	Tipos predominantes
Las Cucharillas	29.65	cuenca
Pueblo Viejo	19.91	borde
Río Puerto Nuevo	13.49	borde
Martín Peña	64.93	borde
Laguna San José	67.46	borde
Cangrejos	78.94	borde, cuenca
Total	274.38	

Tabla 17: Los manglares del área metropolitana de San Juan.

BIBLIOGRAFIA DE LOS MANGLARES DE PUERTO RICO Y TRABAJOS RELACIONADOS

1. Addad y Lasierra, Fray Iñigo - 1788 - Historia geográfica, civil y natural de la isla de San Juan Bautista de Puerto Rico. Dada a luz por D. Antonio Valladares de Sotomayor en 1788. Imprenta de A. Espinosa, Madrid.

2. Almodóvar, L.R. - 1964 - The marine algae of Bahía de Jobos, Puerto Rico. Nova Hedwigia, 7:33-52.

3. Almodóvar, L.R. - 1964 - The marine algae of Guánica, Puerto Rico. Rev. Algol. 7:129-50.

4. Almodóvar, L.R. & R. Biebl - 1962 - Osmotic resistance of mangrove algae around La Parguera. Puerto Rico. Rev. Algol. 6:203-208.

5. Almodóvar, L.R. & H.L. Blomquist - 1959 - The benthic algae of Bahía Fosforescente, Puerto Rico. Quart. J. Fla. Acad. Sci. 22:163-168.

6. Almodóvar, L.R. & F.A. Pagán - 1962 - Notes on a mangrove lagoon and mangrove channels at La Parguera, Puerto Rico. (Unpublished manuscript).

7. Almodóvar, L.R. & F.A. Pagán - in press - Notes on a mangrove lagoon and mangrove lagoons at La Parguera, Puerto Rico. Nova Hedwigia.

8. Anónimo. Conferencia: Mangles de Puerto Rico. Depto. Ciencias Marinas. Recinto Universitario de Mayaguez, Universidad de Puerto Rico. Mayaguez. 3 pp.

9. Anonymous - 1973 - Mangroves of Puerto Rico. M.J. Cerame-Vivas, Inc., San Germán, Puerto Rico. 61 pp.

10. Asenjo, C.F. & J. A. Goyco - 1942 - El aceite del almendro tropical. Puerto Rico Dept. Agr. Com. Bull. 1:5-7.

11. Asenjo - Díaz, C.F. - 1940 - Studies of the medicinal plants of Puerto Rico. Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin. Also M.S. Thesis, Univ. Wisconsin (1938). Dane County Title Co. Microfilms, 1940. Madison, Wisconsin.

12. Austin, H. M. - 1971 - A survey of the ichthyofauna of the mangroves of western Puerto Rico during December 1967 - August 1968. Caribb. J. Sci. 11(3-4): 27-39.

13. Austin, H.M. & S. Austin - 1971 - The feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico. Caribb. J. Sci. 11(3-4); 171-178.

14. Austin, H.M. & S.E. Austin - 1971 - Juvenile fish in two Puerto Rican mangroves. Underwater Natur. 7:26-30.

15. Bagué, J. - 1962 - Presencia de los montes en nuestra historia: apuntes conjuntivos. Rev. de Agr., Puerto Rico. XLIX (1):4-77.

16. Banus, M.D. & S.E. Kolehmainen - 1975 - Floating, rooting and growth of red mangrove (Rhizophora mangle L.) seedlings: effect on expansion of mangroves in southwestern Puerto Rico. p. 370 in G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas (eds.) Proceed. Int. Symp. on Biol. and Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sci. Univ. Fla., Gainsville.

17. Bartel, F.O. - 1941 - A preliminary report on the drainage of mangrove swamps and other marshy lands in the coastal region of Puerto Rico. Dep. Agr. Com. 35 pp. mimeog.

18. Baynton, H.W. - 1969 - Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. 3. Hilltop and forest influences on the microclimate of Pico del Oeste. J. Arnold Arboretum 50:80 ff.

19. Biebl, R. - 1962 - Protoplasmatisch - okologishe Untersuchungen on Mangrovealgen von Puerto Rico. Protoplasma 55: 572-606.

20. Biebl, R. - 1964 - Temperaturresistenz Tropsher Pflanzen auf Puerto Rico: Protoplasma 59: 133-56.

21. Biebl, R. - 1965 - Blatt bau und Salzhaushalt von Laguncularia racemosa (L.) Gaerthn.F. und anderer Mangrovenbaume auf Puerto Rico. Oest. Bot. Z. 112: 56-93.

22. Blomquist, H.L. & L.R. Almodóvar - 1961 - The occurrence of Gelidiella tenuissima Feldm. et Hamel in Puerto Rico, Nova Hedwigia 111: 67-69.

23. Britton, N.L. & P. Wilson - 1923-1930 - Botany of Puerto Rico and the Virgin Islands. Scientific Survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. Vol. V, VI. New York Acad. Sci.

24. Buell, P.F. & P. Dansereau - 1966 - Studies on the vegetation of Puerto Rico. II. Analysis and mapping of the Roosevelt Roads area. Special Publication No. 1, Univ. Puerto Rico, Inst. Caribb. Sci. Mayaguez. 278 pp.

25. Burkholder, P.R. & L.R. Almodóvar - in press - Species composition and productivity of algae mangrove communities in Puerto Rico. Quart. J. Fla. Acad. Sci.

26. Burkholder, P.R. & L.M. Burkholder - 1958 - Studies on B-vitamins in relation to productivity of the Bahía Fosforescente, Puerto Rico. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 8: 201-223.

27. Candelas, G. - 1971 - Estudio ecológico del manglar entre el río Mameyes y Punta Percha. Declaración de Impacto Ambiental Preliminar para Palmer Develop. Corp. DIA No. 374-023 Junta de Planificación, E.L.A.P.R.

28. Candelas, G. et al - 1966 - Informe de la Universidad de Puerto Rico a la Hon. Comisión Especial de la Cámara de Representantes (Comisión Méndez-Ballester) para investigar la conservación de los recursos y bellezas naturales en Puerto Rico. Biblioteca Legislativa, Capitolio, San Juan. E.L.A.P.R.

29. Candelas, G.; G. Cintrón & M. Díaz-Piferrer -1967 - Estudio ecológico de la Laguna Grande y el área que la circunda. Dept. Biol. Univ. Puerto Rico. mimeog.

30. Candelas, G.; F.M. McKenzie & G. Cintrón - 1968 - Estudio ecológico del área costanera entre Boca de Cangrejos y el Río Grande de Loíza. Informe sometido a la Junta de Planificación. E.L.A.P.R. mimeog.

31. Canoy, M.J. - 1975 - Diversity and stability in a Puerto Rican Rhizophora mangle L. forest p. 344 in G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas (eds) Proceed. Int. Symp. on Biol. and Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sci. Univ. Fla., Gainesville.

32. Carrera, C. - 1974a - Natural criteria areas of Puerto Rico. pp. 47-48 in Primer Simposio del Dept. de Recursos Naturales. San Juan, E.L.A.P.R. 116pp.

33. Carrera, C.J. - 1974b - Efectos históricos de la interacción entre los factores socioeconómicos y los manglares: el caso de Puerto Rico. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Univ. de Oriente, Cumaná, Venezuela. en imprenta.

34. Carrera, C. & A.E. Lugo - 1974 - Areas naturales críticas de Puerto Rico. Vols. I, II, III. Dept. Recursos Naturales. San Juan. E.L.A.P.R. mimeog.

35. Carvajal-Zamora, J.R. - 1975 - La bioluminiscencia en Puerto Rico. pp. 132-139 en Segundo Simposio del Dept. de Recursos Naturales, San Juan. E.L.A.P.R. 280pp.

36. Cintrón, G. - 1968 - Shoreline changes due to heavy seas of December 1967 on a beach on the north coast of Puerto Rico. Dept. Marine Sci. Univ. Puerto Rico, Mayaguez, mimeogr.

37. Cintrón, G. - 1972 - Storm damage and recovery in a Puerto Rican mangrove swamp, 1967. Div. Environ. Studies. Office of Technical Assistance Env. Qual. Board. Comm. P.R. mimeog.

38. Cintrón, G. - 1974a - Ecology of the coastal lagoons near San Juan. pp. 9-11 in Primer Simposio del Dept. Recursos Naturales, San Juan, E.L.A.P.R. 116pp.

39. Cintrón, G. - 1974b - Notes on oil spills and mangrove swamps. pp.19-29 in Primer Simposio de Recursos Naturales, Dept. Recursos Naturales, San Juan, E.L.A.P.R. 116pp.

40. Cintrón-Molero, G. - 1969 - Seasonal fluctuations in a tropical bay. M.S. thesis, Dep. Marine Sci., Univ. Puerto Rico, Mayaguez.

41. Cintrón, G. & C. Cham - 1975 - La salinidad, el oxígeno disuelto, nutrientes y fluctuaciones en los niveles de agua en los manglares de Torrecilla-Piñones y Ceiba. pp. 40-57 en Segundo Simposio del Dept. Recursos Naturales, San Juan, E.L.A.P.R. 280pp.

42. Cintrón, G; A.E. Lugo; D.J. Pool & G. Morris - 1976 - The mangroves of xeric environments. Proceed. Second Latin-American Symp. on Biol. Oceanog. Univ. de Oriente, Cumaná, Venezuela. in press.

43. Cintrón, G.; H.W. Benton; C. Cham & B.B. Cintrón - 1974 - Ensenada Honda (Culebra, Puerto Rico): biology and gross oceanographic description. pp. 61-70 in Primer Simposio de Recursos Naturales. Dep. Recursos Naturales, San Juan. E.L.A.P.R. 116 pp.

44. Clark, G.L. & L.R. Breslau - 1960 - Studies of luminiscent flasing in Phosphorescent Bay, Puerto Rico and in the Gulf of Naples, using a portable bathyphotometer. Bull. Inst. Oceanogr. Monaco 1171: 1-32.

45. Coker, R.F. & J.G. González - 1960 - Limnetic copepod populations of Bahía Fosforescente and adjacent waters, Puerto Rico. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 76: 8-28.

46. Cook, E.P. & R.C. Collins - 1903 - Economic plants of Puerto Rico. Contrib. U.S. Nat. Herb. 8(2): 229-230.

47. Cook, M.T. & H.A. Gleason - 1928 - Ecological survey of the flora of Puerto Rico. J. Dep. Agr. Puerto Rico 12:13-137.

48. Córdoba, P.T. de - varios años - Memorias geográficas históricas, económicas y estadísticas de la isla de Puerto Rico. Instituto de Cultura Puertorriqueña. Editorial Coquí, San Juan. 1968.

49 Danforth, S.T. - 1935 - Supplementary account of the birds of the Virgin Island, including Culebra and adjacent islands pertaining to Puerto Rico, with notes on their food habits. J. Agr. Univ. Puerto Rico 19(4): 439-473.

50. Danforth, S.T. - 1937 - Ornithological investigations on Vieques island, Puerto Rico, during December 1935. J. Agr. Univ. Puerto Rico 21(4) :539-550.

51. Dansereau, P. - 1966 - Studies on the vegetation of Puerto Rico. I. Description and integration of the plant communities. Special Publ. No. 1, Univ. Puerto Rico, Inst. Caribb. Sci., Mayaguez. 287 pp.

52. Díaz-Piferrer, M. - 1967 - The effects of an oil spill on the shore of Guánica, Puerto Rico. Assoc. Island Mar. Labs. 4:12-13.

53. Ellis, S.R. & F. Gómez - Gómez - 1976 - Hydrologic characteristics of lagoon at San Juan, Puerto Rico during a January 1974 tidal cycle. U.S. Geological Survey Water Resources Investigations 38-75. 45 pp.

54. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Autoridad de las Fuentes Fluviales. 1971. Analysis of the environmental impact of the construction and operation of the cooling water discharge canal of the thermoelectric plants and the deposit of the dredge material in the dead mangrove area and in the body of Water Resources Authority's site (sic) at the Bay of Jobos, Aguirre, mimoeg.

55. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Autoridad de Las Fuentes Fluviales. 1972. Aguirre Power Plant Complex environmental report. WREAS-8.

56. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Cámara de Representantes - 1969 - Informes de la Comisión de Agricultura de la Cámara sobre la Resolución de la Cámara No. 417. San Juan. mimoegr.

57. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Agricultura - 1969 - Bosques públicos de Puerto Rico. Area de Servicios Auxiliares y Operaciones Centralizadas, Programa de Conservación de los Recursos Forestales. San Juan. mimeogr.

58. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Obras Públicas - 1972 - Guidelines of the Area of Natural Resources for the conservation of mangroves. Area of Natural Resources. San Juan. mimeogr.

59. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales - 1973 - Guidelines of the Department of Natural Resources for development in and near mangroves. San Juan. mimeogr.

60. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales - 1974 - Primer simposio del Departamento de Recursos Naturales. agosto, 1974. Río Piedras. 116 pp.

61. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales - 1975a - Conceptos generales de la ecología con atención especial a los manglares. Ofic. Información y Educación. Conf. del Dr. A. E. Lugo. San Juan. mimeogr.

62. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales - 1975b - Segundo Simposio del Departamento de Recursos Naturales. agosto, 1975. Río Piedras. 280pp.

63. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental - 1971 - A study of coastal water quality in the vicinity of San Juan, Puerto Rico. Southeast Water Laboratory Technical Services Program. San Juan. mimeogr.

64. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental. - 1972a - Natural characteristics of the Torrecilla area: an approach to environmental planning in an estuarine ecosystem. San Juan. mimeogr.

65. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental - 1972b - Public hearings: Aguirre Power Complex. San Juan.

66. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental - 1974a - Resolución No. 74-21 sobre los manglares y la política pública a implementarse. Octubre 9, 1974. San Juan. mimeogr.

67. Estado Libre Asociado de Puerto Rico - Junta de Calidad Ambiental - 1974b - Vistas Públicas sobre el proyecto de Vacía Talega de P.F.Z. Properties, Inc. San Juan.

68. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental y Departamento de Recursos Naturales - 1974 - Compendio de datos sobre la salinidad en Torrecilla, Piñones y Vacía Talega. Datos sin publicar. mimeogr.

69. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Junta de Planificación - 1968 - La Parguera: plan provisional de desarrollo. 36pp. San Juan.

70. Ellis, S.R. & F. Gómez - Gómez - 1976 - Hydrologic characteristics of lagoons at San Juan, Puerto Rico, during a January 1974 tidal cycle. United States Geological Survey, Water Resources Investigations 38-75. 45 pp.

71. Ewel, J.J. & J.L. Whitmore - 1973 - The ecological life zones of Puerto Rico and the Virgin Islands. Forest Service Res. Paper No. ITF - 18 Forest Service, Institute of Tropical Forestry, United States Department of the Interior. Río Piedras, P.R.

72. Feliciano, C. - 1962 - Notes on the biology and their economic importance of the land-crab Cardiosoma guanhumi Latreille.Contrib. Inst. Mar. Biol. Univ. Puerto Rico, Mayaguez. 29 pp.

73. Fewkes, J.W. - The aborigines of Porto Rico and neighboring islands. Johnson Reprint Corp., New York. 1970.

74. Fields, F.K. & D.G. Jordan - 1972 - Storm wave wash along the north coast of Puerto Rico. Hydrologic Investigations Atlas No. HA-430. United States Geological Survey. San Juan, Puerto Rico.

75. Gill, A.M. - 1969 - Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. VI. Aerial roots. J. Arnold Arboretum 50:197ff.

76. Gleason, H.A. & M.T. Cook - 1927 - Plant ecology of Puerto Rico. Scientific Survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. Vol 7:1-96 New York Acad. Sci.

77. Glynn, P.W. - 1964 - Common marine invertebrate animals of the shallow waters of Puerto Rico. Hist. Natur. Puerto Rico 1964:12-20.

78. Glynn, P.W. & L.R. Almodóvar & J.G. González - 1964 - Effects of hurracaine Edith on marine life in La Parguera, Puerto Rico. Caribb. J. Sci. 4:335-345.

79. Gold, K. - 1965 - A note on the distribution of luminiscent dinoflagellates and water constituents in Phosphorescent Bay. Puerto Rico. Ocean Sci. Engineering. 1:77-80.

80. Golley, F.B. - 1960 - Ecologic notes on Puerto Rican mollusca. Nautilus 73:152-155.

81. Golley, F.B., H.T. Odum & R.F. Wilson - 1962 - The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May. Ecology 43:9-19.

82. González, J.G. - 1965 - Primary productivity of neritic and offshore waters of western Puerto Rico. Final report, U.S. Navy, Office of Naval Research, Contract No. 100NR4318(00). Washington, D.C.

83. González, J.G. & T.E. Bowman - 1965 - Planktonic copepods from Bahía Fosforescente, Puerto Rico, and adjacent waters. Proc. U.S. Nat. Mus. 117(3513):241-304.

84. González - Azar, J. $ M.R. Vilella - 1975 - Biología de las lagunas costaneras. Segundo Simposio del Departamento de Recursos Naturales: 4-39 Dept. Recursos Naturales, San Juan. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

85. Government of Puerto Rico. Office of the Executive Secretary. Administrative Bulletin No. 143, May 28, 1918. 16pp.

86. Grosourdy, R. de - 1864 - El médico botánico criollo. F. Brachet, Paris.

87. Haire, W.J. - 1972 - Floods of October 5-10 in Puerto Rico. P.R. Water Resources Bull. No. 12, San Juan, Commonwealth of Puerto Rico.

88. Heatwole, H. - 1970-71 - Survey of the mangroves of Puerto Rico and supplements. Report to the Area of Natural Resources, Depart. Public Works, San Juan. Commonwealth of Puerto Rico. mimeogr.

89. Holdridge, L.R. - 1938 - Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. Report to the U.S. Forest Service, Tropical Forestry. Agr. Experimental Station, University of Puerto Rico, Río Piedras. mimeogr.

90. Holdridge, L.R. - 1940 - Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. Caribb. Forester 1(4):19-29.

91. Holdridge, L.R. - 1942 - Trees of Puerto Rico. U.S. Depart. Agr., Forest Service, Tropical Forestry. Agr. Experimental Station, Univ. Puerto Rico, Río Piedras.

92. Hollick, A. - 1928 - Paleobotany of Porto Rico. Scientific Survey Porto Rico and the Virgin Islands. 7:177-393. New York Acad. Sci.

93. Horn, C.L. - 1945 - Plant resources of Puerto Rico. pp. 83-84 in F. Verdoorn (ed), Plants and Plant Science in Latin America. Chronica Botanica Co. Waltham, Mass.

94. Howard, R.A. - 1968 - Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. I. Introduction and composition studies. J. Arnold Arboretum 49(4):381-418.

95. Howard, R.A. - 1969 - Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. VIII. Studies of stem growth and form and of leaf structure. J. Arnold Arboretum 50:225ff.

96. Institute of Social Technology - 1972 - Environmental Impact Statement for the Vacia Talega Community Project. San Juan.

97. Kaye, C.A. - 1959 - Shoreline features and quartenary shoreline changes in Puerto Rico. U.S. Geological Survey Prof. Paper No. 315-B.

98. Kolehmainen, S.E. - 1973 - Ecology of sessil and free living organisms on mangrove roots in Jobos Bay, in, Aguirre Power Project Environmental Studies 1972. Ann. Rep. Puerto Rico Nuclear Center - 162, pp. 141-173. Mayaguez.

99. Kolehmainen, S.E. & W.K. Hildner - 1975 - Zonation of organisms in organisms in Puerto Rican red mangrove (Rhizophora mangle L.) swamps. p. 357 in G. Walsh, S. Snedaker & H. Teas (eds.) Proceed Int. Symp. on Biol. and Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sci., Univ. Florida, Gainsville.

100. Kolehmainen, S.E., F.D. Martin & P. Schroeder - 1974 - Thermal studies on tropical marine ecosystems in Puerto Rico. Proceed. of the Symp. on the Phy. Biol. Effects on the Environment of Cooling Systems and Thermal Discharges at Nuclear Power Stations. IAEASM-187/14, Vienna. in press.

101. Kolehmainen, S.E., T.O. Morgan & R. Castro - 1973 - Mangrove root communities in a thermally altered area in Guayanilla Bay, Puerto Rico, in J.W. Gibbons and R.K. Scharitz (eds.), Thermal Ecology. U.S. Atomic Energy Commission Conf. - 730505, pp. 371-390.

102. Kuenzler, E.J. - 1969 - Mangrove swamp systems, in, H.T. Odum, B.J. Copeland & A.E. McMahon (eds.), Coastal Ecology Systems of the United States 1:353-383. Univ. N. Carolina, Inst. Marine Sci., Raleigh. 3 vols.

103. Kuenzler, E.J. - 1974 - Mangrove swamp systems, in, H.T. Odum, B.J. Copeland & A.E. McMahon (eds.), Coastal Ecological Systems of the United States 1:346-371. The Conservation Foundation, Washington, D.C. 4 vols.

104. LaRue, C.D. & T.J. Musik - 1951 - Mangrove viviparity. Rep. Fed. Exp. Sta., Puerto Rico. No. 13.

105. LaRue, C.D. & T.J. Musik - 1954 - Growth, regeneration and precocious rooting in Rhizophora mangle. Papers Michigan Acad. Sci. 39:9-29.

106. Ledrú, A.P. - ? - Viaje a la isla de Puerto Rico en el año 1797. Traducción de J.L. Vizcarrondo. Ediciones Borinquen, Editorial Coquí, San Juan, 1971.

107. Little, E.L. & F.H. Wadsworth - 1964 - Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. U.S. Depart. Agr., Forest Service Agr. Handbook 249; Washington, D.C.

108. Little, E.L.; F.H. Wadsworth & J. Marrero - 1967 - Arboles comunes de Puerto Rico. Editorial Universitaria, Río Piedras. 827 pp.

109. Lugo, A.E. - 1974 - Conceptos generales de la ecología con atención especial a los manglares. Conf. Depart. Recursos Naturales, San Juan. E.L.A.P.R. mimeogr.

110. Lugo, A.E. - 1975a - Manglares de agua dulce: ¿ley o mito? pp. 1-7 en Primer Simposio de Recursos Naturales. Depto. Recursos Naturales, San Juan. 116pp.

111. Lugo, A.E. - 1975b - ¿Vale la pena salvar los manglares? Avance 3(130): 26-30.

112. Lugo, A.E. & G. Cintrón - 1974a - Mangrove forest ecosystem and mangrove lagoon study related to maintenance and nursery area for sport fisheries. Performance report, Project F-4-2. Department Natural Resources, San Juan, Comm. Puerto Rico. mimeogr.

113. Lugo, A.E. & G. Cintrón - 1974b - The mangrove forests of Puerto Rico and their management. Depart. Natural Resources, San Juan, Comm. Puerto Rico. mimeogr.

114. Lugo, A.E. & G. Cintrón - 1975 - The mangrove forests of Puerto Rico and their management. p. 825, in G. Walsh; S. Snedaker & T. Teas (eds.), Proceed. Int. Symp. on Biol. Management of Mangroves, Vol. 2. Inst. Food Agr. Sci., Univ. Florida, Gainesville.

115. Lugo, A.E.; M. Sell & S.C. Snedaker - 1974 - Mangrove ecosystem analysis, in, B.C. Patten (ed.), Systems Analysis, Vol. III. Academic Press, New York. in press.

116. Lugo, A.E. & S.C. Snedaker - 1974 - The ecology of mangroves. Ann. Rev. Ecology & Systematics: 5:39-64.

117. Margalef, R. - 1961 - Hidrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico. Inv. Pesq. Barcelona 18:33-96.

118. Margalef, R. - 1962 - Comunidades naturales. Instituto de Biología Marina. Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez. 469 pp.

119. Martin, F.D. - 1973 - The distribution and ecology of the fishes of Jobos Bay; in, Aguirre Power Plant Project Environmental Studies, 1972 Annual Report, pp.225-251. Puerto Rico Nuclear Center. Río Piedras.

120. Martin, F.D. & J.W. Patus - in press - Comparison of fish faunas in a highly stressed and a less stressed tropical bay - Guayanilla and Jobos Bay, Puerto rico. Proceed. 27th. Conf. South. Div. Am. Fish. Soc., Hot Springs, Arkansas.

121. Matthews, B.W. - 1967 - An ecological guide to the littoral fauna and flora of Puerto Rico. Editorial Departamento de Instrucción Pública. San Juan. E.L.A.P.R.

122. Mattox, N.T. - 1949 - Studies on the biology of the edible oyster, Ostrea rhizophorae Guilding in Puerto Rico. Ecol. Monogr. 19:339-356.

123. McCandless, J.B. - 1961 - Bird life in southwestern Puerto Rico. I. Fall migration. Caribb. J. Sci. 1(1):3-12.

124. McCandless, J.B. - 1962 - Bird life in Southwestern Puerto Rico. II. The winter season. Caribb. J. Sci. 2(1):27-39.

125. McCandless, J.B. - 1973 - Bird fauna of Jobos Bay, in, Aguirre Power Plant Project Environmental Studies, 1972 Ann. Report, pp. 245-256. Puerto Rico Nuclear Center - 162, Río Piedras.

126. McIntyre, D.H. and R.P. Briggs - 1967 - Effects of the high seas of December 3-5, 1967 on shores and beaches in the San Juan area, Puerto Rico. Rev. CIAA, San Juan.

127. Murray-Bruner, E. - 1918 - Los manglares de Puerto Rico. Rev. Agr. P.R. 11:19-27. San Juan.

128. Natural History Society of Puerto Rico - 1972 - An evaluation of the mangroves west of Jobos Bay, Puerto Ric. Appendix C in, Aguirre Power Plant Complex Environmental Impact Statement, Puerto Rico Water Resources Administration, San Juan, E.L.A.P.R.

129. Odum, H.T., P. Burkholder & J. Rivero - 1959 - Measurements of productivity of turtle grass flats, reefs and the Bahía Fosforescente of southern Puerto Rico. Publ. Inst. Mar. Sci. Texas 6:159-170.

130. Oviedo y Valdés, G.F. de - 1851-55 - Historia general y natural de las Indias. Imp. de la Real Academia de la Historia, Madrid. 3 vols.

131. Pagán, F.A. & H.W. Austin - 1967 - Report on a fish kill at Laguna Joyuda, western Puerto Rico, in the summer of 1967. Caribb. J. Sci. 70(3-4):177-193.

132. Patterson, C. - 1975 - The impact of man on a mangrove forest. pp. 92-131. Segundo Simposio del Departamento de Recursos Naturales, San Juan. E.L.A.P.R. 280 pp.

133. Pool, D. - 1975 - The vegetation associations of Commonwealth forests. pp. 177-190. Segundo Simposio del Departamento de Recursos Naturales, San Juan. E.L.A.P.R. 280 pp.

134. Pool, D. & A.E. Lugo - 1973 - Litter production in mangroves. In, S.C. Snedaker & A.E. Lugo (eds.), The role of mangrove ecosystems in the maintenance of environmental quality and a high productivity of desirable fisheries. Rep. to the Bureau of Sport Fisheries & Wildlife Management Contract No. 14-16-008-606. U.S. Goverment.

135. Pool, D.; A.E. Lugo & S.C. Snedaker - 1975 - Litter production in mangrove forests of south Florida and Puerto Rico. p. 213 in, G. Walsh, S. Snedaker & H. Teas (eds.) Vol I., Proceed. Int. Symp. Biol. Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sci., Univ. Florida, Gainsville.

136. Pool, D.; S.C. Snedaker & A.E. Lugo - 1976 - Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico and Central America. Second Latinamerican Symposium on Biological Oceanography. Univ. de Oriente, Cumaná, Venezuela. In press.

137. Puerto Rico and the Sea Parent Committee - 1972 - Puerto Rico and the sea: an action program for marine affairs. A report to the Governor, 1972. Univ. Puerto Rico Press, Economic Development Administration, Commonwealth of Puerto Rico. 1974.

138. Quiñones, L.R. & J.F. Puncochar - 1943 - Informe preliminar sobre la utilización práctica de la corteza del mangle. Caribb. Forester 5:44-47.

139. Ramos, J.A. & J.V. Biaggi - 1968 - Informe sobre un estudio de la Bahía de Tallaboa. Departamento de Ciencias Marinas, Univ. Puerto Rico, Mayaguez. mimeogr.

140. Rivera-Brenes, L.; B.F. Villalobos & C. Romney-Joseph - 1969 - Bosques públicos de Puerto Rico. Dept. Agr. Area de Servicios Auxiliares y Operaciones Centralizadas, Programa de Conservación de los Recursos Forestales. San Juan, E.L.A.P.R. mimeogr.

141. Rogers, L. - 1974 - The vegetation of Mona Island, pp. 41-44, in, Primer Simposio del Departamento de Recursos Naturales, San Juan, E.L.A.P.R. 116 pp.

142. Sieglie, G. - 1972 - Foraminifers from Jobos Bay. In, Aguirre Power Plant Project Environmental Studies, 1972 Ann. Rep. to Puerto Rico Nuclear Center, pp. 21-41. Río Piedras.

143. Sorrie, B. - 1975 - Observations on the birds of Vieques Island, Puerto Rico Carribb. J. Sci. (in press).

144. Stahl, A. - 1842-1917 - Estudios sobre la flora de Puerto Rico. Publ. Federal Emergency Relief Administration, San Juan, P.R. Imprenta Venezuela, S.J. 1936-37. 3 vols.

145 Stearn, W. T. - 1958 - A key to West Indian mangroves. Ken Bull. 1:333-37.

146. Stehle, H. - 1945 - Forest types of the Caribbean Islands. I. Caribb. Forester 6(Suppl.):1-16.

147. Stokes, A.P.D. & R.C. Roberts - 1934 - Saline peat profiles of Puerto Rico. J. Washington Acad. Sci. 24:175-182.

148. Taylor, W.R. - 1960 - Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Univ. Michigan Press, Ann Arbor. 870pp.

149. Tosi, J.A. - 1959 - Forest land utilization in western Puerto Rico. Ph. D. Dissertation, Clark University. Univ. Microfilms, Inc., Ann Arbor, Michigan. 511pp.

150. United States Department of the Interior - 1968 - The bioluminiscent bays of Puerto Rico. National Park Service, prepared for the Commonwealth of Puerto Rico. 48pp.

United States District Court for the District of Columbia - 1975 - Findings of fact and conclusion of law in P.F.Z. Properties, Inc. vs. Russell E. Train et al. Civil Action No. 74-1534. April 30, 1975. Washington, D.C.

152. Vila, J.A. & J. González-Azar - 1974 - A comparison of two mangrove estuarine areas in Puerto Rico. pp. 13-18. Primer Simposio del Dept. de Recursos Naturales, San Juan, E.L.A.P.R. 116pp.

153. Wadsworth, F.H. - 1950a - Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900. Caribb. Forester 11:38-47.

154. Wadsworth, F.H. - 1950b - Young mangrove coppice approaches stagnation. Caribb. Forester 11:69-70; 92-93.

155. Wadsworth, F.H. - 1959 - Growth and regeneration of white mangrove (Laguncularia racemosa) in Puerto Rico. Carib. Forester 20:59-71.

156. Wadsworth, F.H. - 1969 - Conservation of the natural features of our estuarine zones. pp.78-81 in Proceed. of the Puerto Rico Public Meeting. National Estuarine Pollution Study, Federal Water Pollution Control Administration.

157. Wadsworth, F.H. & G.H. Englerth - 1959 - Effects of the 1956 hurracaine on forests in Puerto Rico. Caribb. Forester 20:38-57.

158. Wagner, R.J.; A.B. Wagner & R.A. Howard - 1969 - Ecology of an elfin forest in Puerto Rico. IX. Chemical studies of colored leaves. J. Arnold Arboretum 50:556ff.

159. Warmke, G.L. & L.R. Almodóvar - 1963 - Some associations of marine mollusks and algae in Puerto Rico. Malacologia 1:163-177.

160. Walker, D.W. - 1962 - Notes on the habitat of Ephydra gracilis (Ephyridae, Diptera) and Artemia salina (order Anostracae, Class Crustacea). Caribb. J. Sci. 2:13-21.

161. Weaver, P. - 1974 - Unit plan for the Management of Piñones State Forest. Forestry Task Force, Department of Natural Resources, San Juan. Commonwealth of Puerto Rico.

162. Wolcott, G.N. - 1935 - A preliminary annotated checklist of the insects of Puerto Rico. J. Agr. Univ. Puerto Rico 20:1-627.

OTRA BIBLIOGRAFIA CITADA EN ESTE TRABAJO PERO NO DE PUERTO RICO

163. Brinson, M.M.; L.G. Brinson & A.E. Lugo - 1974 - The gradient of salinity, its seasonal movement and ecological implications for the Río Dulce - Lake Izabal ecosystem, Guatemala. Bull. Mar. Sci. 24(3): 533-544.

164. Carter, M.R.; L.A. Burus; T.R. Cavinder; K.R. Dugger; P.L. Fore; D.B. Hicks; H.L. Revelss & T.W. Schimdt - 1973 - Ecosystems analysis of the Big Cypress swamps and estuaries. United States Environmental Protection Agency, Region IV, Atlanta, Georgia.

165. Clark, J. - 1974 - Coastal ecosystems: ecological considerations for management of the coastal zone. The Conservation Foundation, Washington, D.C. XVIII + 178pp.

166. Copeland, B.J. - 1969 - Effects of decreased river flow on estuarine ecology. In, G. W. Cox (ed.), Readings in conservation ecology. Chapter 33: 530-541. Appleton Century Crafts, N.Y. 666pp.

167. Davis, Jr. J.H. - 1940 - The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Carnegie Inst. Washington Publ. 517:303-412. Papers from the Tortugas Lab. Vol. 32.

168. Lamberti, A. - 1969 - Contribuçao ou conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaem. Bol Fac. Filos. Univ. Sao Paulo 317, Bot. 23. 217pp.

169. Lugo, A.E.; G. Eunik; M.M. Brinson; A. Broce; & S. C. Snedaker - 1975 - Diurnal rates of photosynthesis, respiration, and transpiration in mangrove forests of south Florida. pp. 335-350 in F.B. Golley & E. Medina (eds.), Tropical Ecological Systems. Springer-Verlag, New York. 213pp.

170. Lugo, A.E. & S.C. Snedaker - 1975 - Properties of a mangrove forest in south Florida. 1st. Int. Symp. Mangrove Biol. Management. Honolulu, Vol I: 170-212. Hawaii.

171. McGill, J.T. - 1958 - Coastal landforms of the world, with map suppl. In, R.J. Russell (ed.), Second Coastal Geography Conference, 1959. Coastal Studies Institute, Louisiana State University. 472pp.

172. Odum, E.P. - 1971 - Ecología. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de CV, Tercera Edición. XVI + 639pp.

173. Odum, H.T. -1971 - Environment, Power and Society. John Wiley and Sons, Inc. N.Y. 331pp.

174. Poljakoff-Mayber, A. & J. Gale (eds.) - 1975 - Plants in saline environments. Springer-Verlag, New York. 213pp.

175. Rimoli, R.O. - ? - Restos alimenticios en los yacimientos arqueológicos de la República Dominicana. Rev. Dom. Arq. Ant. Vol. II (2-3):68-78.

176. United States Army Corps of Engineers. 1973. Flood plain information Río Cibuco and Río Indio, Vega Baja and Vega Alta, P.R. USACE, Jacksonville, Florida.

177. Van Tine, M. & S.C. Snedaker - 1974 - A bibliography of the mangrove literature. Resource Management Systems Program, School of Forest Resources and Conservation. IFAS. Univ. Florida, Gainesville.

178. Walsh, G. E.; S.C. Snedaker & H. J. Teas (EDS.) - 1975 - Proceedings International Symp. Biology and Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sci. Univ. Florida, Gainesville, Fla., USA 2 Vols.

179. Water Resources Research Institute - 1972 - Ground Water in the Tortuguero area, P. R. Bull. No. 12, 25 pp., WRRI, Mayaguez, P.R.

R E C O N O C I M I E N T O

AUTORES

Carlos J. Carrera
Ariel E. Lugo

Preparación del Informe

Oficina del Programa de la
Zona Costanera de Puerto Rico